POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Edile- Architettura

Corso di Laurea Specialistica in Gestione del Costruito

La Gestione della Manutenzione degli edifici con l'uso della tecnologia RFID

Relatore: Prof. Ing. Giancarlo PAGANIN
Co-relatore:Prof. Ing. Rui Manuel Gonçalves CALEJO RODRIGUES

Tesi di Laurea di:
Arianna PISCITELLI

Matr. 787666

Anno Accademico 2013 – 2014

"THE TRIP NOT ONLY BROADENS THE MIND: THE SHAPES. "

BRUCE CHATWIN

A PORTO

ALLA MIA FAMIGLIA

ALL' AMICIZIA

ALL'AMORE

SOMMARIO

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di sperimentare l'applicazione della tecnologia RFID "Radio Frequency Identification" per migliorare l'efficacia e l'efficienza dei processi di manutenzione. Da tempo applicata ad impianti e componenti meccanici, e quindi prevalentemente con parti in movimento, in questo caso, la tecnologia si ipotizza essere applicata ai componenti edili di un edificio. Il lavoro si articola in una parte di inquadramento teorico interpretativo sul tema dell'uso dei sistemi RFID nella manutenzione e di una parte applicativa nella quale si propongono gli esiti di una sperimentazione condotta durante il periodo di stage presso l' Universidade de Engenharia do Porto, Porto, Portogallo. La prima parte del lavoro parla dello stato dell'arte della ricerca scientifica internazionale circa il tema della manutenzione e circa lo scenario attuale sull'uso della tecnologia RFID e della sua utilizzazione nei diversi ambiti ingegneristici, in particolare in quello industriale ed edilizio. Si discute infine del sistema che si vuole implementare per contribuire a un miglioramento dei processi di gestione delle informazioni collegate all'edificio, di come questo è definito durante la fase di concezione e come invece è stato realmente realizzato. La seconda parte presenta il metodo adottato nella sperimentazione che ha avuto come primo passaggio la strutturazione di un *database* di componenti edili, a ciascuno dei quali vengono associate tutte le informazioni utili relative alle attività manutentive. Per ogni componente sono state rese disponibili – attraverso un apposito sistema informativo- le informazioni relative alla pulizia, all'ipezione, alle attività correttive(a guasto), e a quelle preventive (programmate e sotto condizione), oltre che alle sostituzioni, alla fine della vita utle del componente. Alla fine di questo processo si è collegato il *database* ai *tag* RFID di tipo *read/write* e a ciascun componente. Da ultimo, dopo una fase di monitoraggio, sono stati valutati vantaggi e svantaggi che possono essere associati all'uso di questa tecnologia per la gestione della manutenzione degli edifici.

PAROLE CHIAVE: Manutenzione, Gestione dell'Informazione, RFID, NFC, Gestione dell'edificio, Componenti ed Elementi dell'oggetto costruito.

ABSTRACT

This work aims to experiment the RFID technology " Radio Frequency Identification" in order to improve the efficiency and the effectiveness of the maintenance activities. Previously applied to mechanical components, and therefore mostly dynamic one, in this case , the technology is supposed to be applied to the building components, and then static component. The work is divided into a part about the theoretical-interpretative introduction about the use of RFID systems in the maintenance and a part applicative one in which are proposed the results of an experimentation conducted during the period of internship at the Faculty of Engineering, in Porto, Portugal. The first part of the work is about the state of art of the international scientific research about the issue of maintenance and of the present scenario about the use of RFID technology, in the various fields of engineering, particularly in the industrial and construction sectors. Finally, it is discussed the system that the work want to implement to solve the problem of information connected to the building, how it has been designed and how it has been actually realized. The second part presents the method used in the experimentation which had as the first step the structuring of a database of building components, to each of which are associated all relevant information relating to the maintenance activities. For each component have been made available - through a dedicated information system- information relating to cleaning, the inspection, the corrective activities (fault), and proactive one (under condition), as well as the substitutions at the end of useful life of the component. At the end of this process was tried to connect the database to each RFID tag read / write and to each component. Lastly were evaluated advantages and disadvantages arising from the use of this technology for the management of building maintenance.

KEYWORDS: Maintenance, RFID, NFC, Information Management, Elements and Building Components.

Indice

Elenco delle Figure

Elenco delle Tabelle

Elenco degli Acronimi

EFM: Elemento Fonte di Manutenzione

RFID: Radio Frequency Identification

Premessa

Tutto il continente europeo ha registrato un vero e proprio boom delle costruzioni tra la fine degli anni Novanta e i primi anni Duemila, cui ha fatto seguito un brusco calo della produzione, che dura da sei anni e che sembra destinato a proseguire nell'anno in corso. Tale crisi ha determinato dunque una lenta e costante decrescita delle nuove costruzioni lasciando ampio spazio di crescita alle operazioni di manutenzione, gestione e riqualificazione dell'edilizia esistente. Numerosi altri fattori inoltre, hanno collaborato a tale cambiamento di approccio nell'industria delle costruzioni e di conseguenza anche nella gestione e manutenzione degli edifici; si pensi alla nascita del Facility Management e del Property Management, e connessi ad essi, gli sviluppi delle nuove strategie di approvvigionamento, contrattazione e monitoraggio e misurazione delle performance. Tali cambiamenti hanno interessato entrambi i settori, pubblico e privato, e in particolare ci sono stati grandi cambiamenti nel primo, che hanno determinato la nascita di nuove prospettive circa la gestione dello stato manutentivo in cui gli stock edilizi pubblici vertono. Il costo dell'edificio sempre più spesso non è più considerato come composto solo dal costo di costruzione ma, dall'intero costo del ciclo di vita, compreso il costo per mantenere l'edificio al livello di qualità pari a quello previsto al momento del progetto.

Fino ad oggi la manutenzione era considerata il "parente povero" dell'industria delle costruzioni, per cui gli arretrati di riparazioni e manutenzioni mai fatte, necessarie per riportare gli stock edilizi ad un livello accettabile, per anni hanno continuato a crescere ad una velocità inaccettabile e solo da qualche anno si sta riacquistando un riconoscimento della sua importanza sia da parte dell'industria edilizia che dei proprietari degli edifici e dei grandi fondi immobiliari.

Perché oggi la manutenzione è considerata importante? Oggi è comune vedere edifici visibilmente degradati, sia per quanto riguarda gli edifici residenziali sia per gli edifici pubblici. Questo è dovuto in parte al fatto che il mediamente risulta scarsa e poco diffusa la consapevolezza dei vantaggi che una buona manutenzione degli edifici può apportare al gestore, al proprietario e all'utente stesso dell'edificio. Si è disposti a spendere denaro per comprare un bene immobile ma non è ancora radicata in maniera diffusa nella società l'importanza, nel momento dell'acquisto del bene, di prendere in considerazione anche il costo di manutenzione. Una buona manutenzione invece tende ad ottimizzare il rapporto costo/prestazioni dell'edificio nella sua conservazione. Pertanto, ignorare tale aspetto determina normalmente un incremento del costo di riparazione ben oltre il costo di un intervento eseguito a tempo debito. L'aspetto dell'importanza del costo di manutenzione è una questione rilevante per il privato, per i grandi fondi immobiliari e soprattutto per i patrimoni pubblici (come per esempio gli edifici scolastici) che oggi vertono in gravi condizioni di degrado.

La manutenzione mantiene l'aspetto e la funzionalità di un edificio e ne estende la sua vita di servizio. Previene grandi oneri di riparazione, da un punto di vista di gestione delle risorse infatti programmare correttamente le attività di manutenzione riduce o potenzialmente elimina la necessità di grandi progetti di riparazione che possono essere costosi in termini di gestione amministrativa e finanziaria. Un piccolo ma regolare investimento in attività come la pulizia di routine di grondaie e scarichi, può essere molto più economico e rispetto a dover far fronte a un grave guasto. La buona conservazione dei beni del patrimonio si fonda sulla corretta gestione e manutenzione corrente. Questa

è un'attività che presenta inoltre delle positività in termini generali di sostenibilità ambientale. Infatti, tutti i vecchi edifici contengono energia incorporata (la quantità di energia che è stata necessaria per estrarre i materiali e la costruzione dell'edificio). Se si concede ai vecchi edifici di deteriorarsi tutta questa energia andrà sprecata. E 'quindi molto meglio mantenere gli edifici esistenti in uso e in un buono stato di manutenzione affinché si riduca il bisogno di nuovi materiali, che a sua volta riduce il fabbisogno di lavorazione e di trasporto, nonché la riduzione dei rifiuti e il consumo di energia. Infine, ma non meno importante, la manutenzione preventiva può offrire nuove opportunità di occupazione in alcune attività di manutenzione che richiedono personale specializzato e attrezzature specialistiche e che con la natura ciclica di tale attività, rappresenta una fonte costante di lavoro.

Tuttavia la possibilità di operare con successo in tale direzione è molto spesso ostacolata dalla carenza di informazioni e documentazioni tecniche ed amministrative aggiornate, ossia la conoscenza circa la consistenza quantitativa e qualitativa dei patrimoni immobiliari, dell'edificio e delle sue parti e circa gli obiettivi da perseguire. Tale conoscenza è infatti condizione necessaria per poter gestire in maniera efficiente i servizi di manutenzione e anche per poter passare in maniera controllata e priva di rischi da un modello di gestione immobiliare "in house" verso nuovi modelli più evoluti di servizi integrati.

Tale interesse e necessità verso la raccolta di informazioni appare riconducibile, tra gli altri fattori, anche all'incremento dei processi di dismissione degli immobili di proprietà pubblica, della diffusione dei fondi immobiliari e della vendita di porzioni dei patrimoni dell'edilizia residenziale pubblica, processi che richiedono adeguate informazioni tecniche, normative e amministrative al fine di poter effettuare valutazioni tecnico-economiche efficienti. Hanno contribuito a fomentare tale interesse anche i processi di Due Diligence, i nuovi provvedimenti legislativi sulla messa in sicurezza e sugli adeguamenti, nonché il progressivo invecchiamento dei patrimoni immobiliari che, come precedentemente detto, richiede oggi una rilevante attenzione sugli interventi di manutenzione e riqualificazione.

L'attività del *Building Manager* oggi, nella gestione dei servizi manutentivi e della loro mole di informazioni, è dunque una attività molto complessa. Spesso egli e il personale dello staff di manutenzione perdono molto tempo e denaro alla ricerca dei dati a loro necessari, essendo spesso costretti anche a dirigersi sull'immobile stesso, non sempre vicino, nella speranza di reperire qualcosa di utile.

Questi problemi potrebbero essere risolti con l'uso di migliori tecnologie, come per esempio l'uso della tecnologia RFID ? Può l'RFID rappresentare la forma di comunicazione che si cerca tra l'edificio e il sistema di manutenzione? Tale tecnologia potrebbe consentire agli operatori del settore di ottenere le informazioni richieste anche dal loro ufficio, senza sprecare tempo e denaro, e poter così prendere decisioni migliori e più ponderate?

Durante il periodo di tirocinio svolto presso l'Università di Porto, in Portogallo, sono state sottoposte alcune di tali domande ad un campione di dieci persone tra utenti, gestori e proprietari di edifici e a ingegneri che lavorano nell'ambito della gestione immobiliare e si è potuto così constatare che la quasi totalità ha espresso interesse nei confronti della tecnologia RFID, sostenendo che possa risolvere il problema della gestione delle informazioni o comunque essere utile al fine manutentivo. Tutti gli intervistati concordano anche nel definire l'aspetto manutentivo però, nella realtà, molto complesso e diverso rispetto al suo sviluppo teorico, ma allo stesso tempo interessante la ricerca di una

soluzione tecnologica per gestire anche i componenti non impiantistici dell’edificio in maniera rapida, chiara ed efficiente, supportati sempre da un sistema informativo adeguato. La raccomandazione più grande riguarda invece la formazione del personale operativo, che spesso si mostra mal disposto, per mancanza di tempo o ignoranza, all’uso di tali nuove tecnologie, approcciandole come perdite di tempo. Quest’ultima invece è tassello fondamentale del sistema e solo collaborando con la sua partecipazione si può rendere il lavoro un successo.

Sembra quindi esser necessaria la progettazione di una soluzione affinché il *building manager* o il manutentore possano avere rapido accesso alle informazioni riguardanti tali elementi ancor prima di sopraggiungere sull’immobile o anche quando sono sull’immobile stesso senza dover ricercare tali dati. L’obiettivo è infatti quello di pensare ad un sistema capace di contenere le informazioni circa i documenti, le dichiarazioni e i certificati di ciascun componente o impianto, nonché lo storico delle operazioni di manutenzione eseguite e da eseguire aggiornato, utilizzando la tecnologia dei tag (barcode, RFID, NFC etc.). I *bar-code* sono infatti tecnologie già utilizzate per catalogare i componenti e gli elementi presenti in un immobile, ma presentano il problema della leggibilità (che può peggiorare nel tempo) e della frequente difficoltà di essere rintracciati dall’operatore che non sa dove sono stati posizionati. Lo stesso vale per la archiviazione informatica delle informazioni relative ai patrimoni immobiliari; questa è già utilizzata quasi dalla totalità dei gestori immobiliari, ma di solito le informazioni sono contenute in diversi file, divisi per componenti, con informazioni non normalizzate e non correlati tra di loro. Si vuole quindi utilizzare una tecnologia di tag più avanzata che, in caso di successo dell’obiettivo, renderebbe possibile l’accesso diretto dal componente o impianto ai documenti e alle informazioni che lo riguardano e, aggiornando il tag ad ogni intervento pervenuto, consentirebbe anche la compilazione e l’aggiornamento della due diligence iniziale dell’immobile con le nuove informazioni riguardanti lo stesso in efficienza, puntualità, ordine e chiarezza.

Concludendo, obiettivo principale del lavoro è:

1. dimostrare che è possibile comunicare con l’edificio, stoccare i dati all’interno dell’elemento stesso e renderli disponibili in tempo reale al responsabile della manutenzione che ne necessita, utilizzando la tecnologia dei tag ed eliminando l’inserimento manuale dei dati;

2. utilizzare un software che permetta un rapido accesso alle informazioni necessarie per il gestore dell'edificio a svolgere le sue attività, rendendo il controllo sulla proprietà e lo scambio di informazioni più rapido ed efficace, nonché la comunicazione in tempo reale, grazie alla tecnologia wireless, tra gli uffici e le proprietà e avere così la possibilità di ricevere un importante ausilio nella attuazione dei piani di manutenzione;

3. rapido aggiornamento delle schede dei componenti / sistemi di riferimento;

4. aggiornamento istantaneo della Due Diligence e dei documenti allegati;

L'ambito di applicazione e verifica della raggiungibilità di tali obiettivi è stato, nel lavoro di tesi, quello degli edifici, in particolare scolastici e è stato limitato, per semplicità, al controllo di una sola categoria di componenti.

Primo passo da realizzare per sviluppare la metodologia di approccio al problema scientifico è l'identificazione della tecnologia più adeguata al progetto, i nuovi tag più evoluti tra i quali viene scelto il modello da utilizzare per raggiungere gli obiettivi del lavoro. È stato necessario identificare il sistema di controllo da associare a questa tecnologia (usando a tale scopo un software già esistente), selezionare le informazioni utili e definire quante e quali di esse archiviare nel tag. Passo importante è stato successivamente la scelta dell'Elemento Fonte di Manutenzione [Calejo R., 2001] su cui applicare il sistema, definire da quante parti è costituito e a quali problematiche manutentive è più spesso associato. Infine si applica a ciascuno degli EFM presenti nell'edificio considerato un tag su cui vengono inserite tutte le informazioni utili circa la manutenzione dello stesso. Le informazioni riguardano le cinque attività principali della manutenzione:

- l'ispezione

- la pulizia

- le misure preventive

- le misure correttive

- le sostituzioni

Per concludere si è costruito un Data Base che raccoglie tali informazioni riguardo l'Elemento Fonte di Manutenzione preso in considerazione (nel caso specifico una porta) e lo si è connesso ad un software informatico.

L'ultimo passaggio è la validazione e analisi del sistema progettato e il rilevamento dei vantaggi e svantaggi connessi dopo l'applicazione ad un caso studio prescelto.

Altre questioni di ricerca che si tenterà di sviluppare sono:

- Quali vantaggi può apportare tale sistema al piano attuale di manutenzione degli edifici?

- Può essere un sistema tecnicamente ed economicamente efficiente?

- A quali e quanti elementi associare tale sistema?

- Come poter adeguare tale sistema di comunicazione tra edificio e manutenzione in maniera efficiente per gli elementi non impiantistici che costituiscono il edificio stesso? Come riuscire a fare in modo che tali elementi comunichino ai diversi operatori le informazioni necessarie?

L' informatizzazione della manutenzione dell'edificio dunque può però aiutare in diversi aspetti, sia a livello sociale che industriale e con la crescita di questa si potrà acquisire conoscenza del comportamento nella fase di uso dei vari elementi in un edificio e sarà possibile conservare tale conoscenza e renderla sempre disponibile agli operatori. Come una fabbrica che avendo accesso a queste informazioni, ha la possibilità di scoprire le

difettosità nei suoi prodotti, e quindi migliorare progressivamente, allo stesso modo l'accesso a informazioni provenienti da vari edifici con soluzioni e -/- o componenti simili, può consentiredi fare stime e previsioni sul momento in cui si deve ricorrere alla manutenzione, statisticamente, e sul tipo e i costi associati a questa. Tale processo di implementazione della qualità del prodotto-edificio che la manutenzione determina, fornisce all'utente finale un immobile rispetto al quale lo stesso utente è più fiducioso e soddisfatto. Allo stesso modo, la conoscenza del comportamento in fase di uso del prodotto edilizio e del suo costo di manutenzione, conferisce al compratore la possibilità di effettuare una scelta più sicura e consapevole dei costi a cui andrà in contro in futuro. Il supporto IT per la manutenzione renderebbe inoltre le garanzie associate alle transazioni immobiliari più attraenti e affidabili, cioè, il cliente si sentirebbe più sicuro nella scelta di quei prodotti. L'Informatizzazione della manutenzione degli edifici inoltre, può determinare nel futuro prossimo, la formazione di un archivio di dati nazionali / internazionali sul comportamento dei vari materiali da costruzione, permettendo all'acquirente di fare scelte migliori e al venditore/produttore di preoccuparsi sempre di più della qualità dei suoi prodotti, facendone beneficiare entrambe le parti e rendendo più giustificabile e più tangibile la differenza di prezzo tra un prodotto di qualità e un prodotto inferiore. Per concludere deve essere sottolineata l'importanza dell'impatto economico/manageriale che una scelta informatizzata e tecnologica di gestione della manutenzione può apportare; l'eliminazione dell'inserimento manuale dei dati diminuisce la possibilità di errori a cui porre rimedio, mentre la possibilità di accedere velocemente e facilmente alle informazioni determina un grande risparmio di tempo, e quindi di denaro, apportando numerosi benefici e risparmi alla gestione amministrativa del edificio.

Concludendo, nella tabella seguente si riassumono gli obiettivi prefissati e le metodologie applicate al raggiungimento degli stessi:

Obiettivi	Aspettative	Metodologia
- Ottenere un processo di manutenzione efficace ed efficiente; - Ottenere informazioni chiare ed esaustive legate alla manutenzione dell'edificio in modo rapido e semplice; -Aggiornare rapidamente le schede degli EFM, della Due Diligence e di altri documenti allegati; -Semplificare il lavoro del *Building Manager* con il supporto della tecnologia.	- Offrire un servizio di manutenzione efficiente, attraente e affidabile agli occhi del cliente; - Rendere le informazioni facilmente tracciabili e sempre disponibili ai gestori degli immobili; - Ridurre i costi amministrativi legati ai costi manutentivi grazie all'approccio Zero errori, Zero tempo perso, Zero costi superflui.	-Identificare la tecnologia adeguata ed il sistema di controllo da associare a quest'ultima; - Definire quali e quante sono le informazioni utili da associare all'EFM ai fini manutentivi; -Scegliere un EFM a cui associare il sistema, -Applicare la tecnologia, in particolare i tag, all'EFM; -Validare e analizzare il sistema.

Tabella 1 - Obiettivi e Metodologie del lavoro

Definito il problema, le cause, le aspettative e gli obiettivi, così come descritto fino ad ora,il lavoro di tesi si articola in 5 capitoli.

Nel capitolo 1 si affronta lo stato dell'arte della ricerca scientifica internazionale circa il tema della manutenzione degli edifici, nonché della gestione degli edifici stessi e delle informazioni ad essi connessi, dell'importanza delle Informazioni per realizzare una gestione efficiente degli edifici e quali informazioni e come gestirle nell'ambito della manutenzione edilizia.

Nel capitolo 2 si presenta lo scenario attuale sull'uso della tecnologia RFID e della sua utilizzazione nei diversi ambiti ingegneristici, in particolare in quello industriale ed edilizio. Si discute la motivazione per cui tale tecnologia sia abbondantemente usata nella manutenzione industriale mentre nell'edilizia, è solo usata in alcuni campi, diversi da quello della manutenzione e quindi ci si domanda come poter applicare tale tecnologia alla manutenzione dell'edificio. Si descrive la tecnologia Rfid anche tecnicamente.

Nel capitolo 3, cuore del lavoro di tesi, si parla del sistema che si vuole implementare per risolvere il problema delle informazioni connesse all' edificio, di come questo è stato immaginato e come invece è infine realmente realizzato e del software informatico di gestione della manutenzione, installato su pc, e della App di supporto con la quale si realizza il dialogo con i tag, di cui ci si avvale.

Nel capitolo 4 si presenta la sperimentazione a cui si applica il sistema per validarne la metodologia. Si presenta il sistema RFID utilizzato in congiunto con un Data Base e il Software informatico applicati ad un edificio della Universidade do Porto. Si presenta l'Elemento Fonte di Manutenzione a cui sono stati applicati i tag, il metodo con cui è stato costituito il data base e una simulazione di utilizzo del sistema.

Per concludere nel capitolo 5 si stilano le conclusioni sul sistema usato, sui vantaggi e svantaggi dello stesso. Sono compresi nella stessa sezione gli sviluppi futuri previsti dall'autore e si parla delle possibilità esistenti di integrare il sistema con RFID dotati di sensori fisici, affinché l'edificio stesso possa comunicare ulteriori informazioni utili e dettagliate, fondamentali all'ottenimento di un processo manutentivo efficiente ed efficace.

Capitolo 1

LA MANUTENZIONE DEGLI EDIFICI

1.1 LE DIMENSIONI DELL'ATTIVITA' MANUTENTIVA

Tale capitolo si pone l'obiettivo di presentare una sintesi delle conoscenze del settore delle costruzioni circa gli argomenti che si considerano importanti per la comprensione del seguente lavoro. Pertanto si è diviso il capitolo in sub capitoli riguardanti la dimensione storico, culturale ed economica della manutenzione e, il processo manutentivo e l'importanza delle informazioni e della gestione delle stesse affinché tale processo sia efficiente.

1.1.1. DIMENSIONE STORICA

Il tema della manutenzione del "costruito" ha storia antica anzi è connaturato con la trasformazione fisica dell'ambiente e con l'architettura. Purtroppo però, negli anni, tale tema ha sempre avuto scarsa importanza, determinando col tempo una caduta di valori che ha coinvolto l'intera industria delle costruzioni. Saranno proprio i fattori economici, ad un certo punto di tale traiettoria involutiva, a determinare una ripresa, seppur lenta.

L'idea di Manutenzione nel corso del tempo ha subito notevoli trasformazioni con un'accelerazione corrispondente alla nascita ed allo sviluppo della produzione industriale. Nel 1516 Tommaso Moro, autore dello splendido saggio sulla Utopia, in quel libro scriveva a proposito dei problemi legati all'edilizia: «Infatti non c'è luogo sulla terra, in cui la costruzione o riparazione di fabbricati non richieda l'opera continua di tanti e tanti operai, e ciò per la bella ragione che ogni figlio, con scarso spirito economico lascia a poco a poco andare in rovina ciò che suo padre ha costruito. Ben potrebbe, quasi senza spesa, mantenerlo [...] ma no, è il suo erede che sarà costretto, con gran dispendio, a rifar tutto daccapo». Poi spiegava – si potrebbe dire scientificamente –come il problema fosse stato risolto in quell'isola ideale: «In Utopia invece [...] non solo si provvede rapidamente ai guasti, via via che si presentano, ma si ovvia anche a quelli possibili. Così avviene che con pochissima fatica le costruzioni durano molto a lungo, e gli operai di tal fatta a volte non hanno granché da fare [...]. Dunque, secondo la concezione di Tommaso Moro, la manutenzione era un aspetto fondamentale che andava programmato preliminarmente se si voleva attuare una corretta gestione della città. Si suggeriva dunque, fin da allora, che la manutenzione perdesse quella connotazione di imprevedibilità casuale con la quale, purtroppo, ha continuato a caratterizzarsi fin quasi ai giorni nostri.

Nella realtà artigiana, come nella successiva rivoluzione industriale, l'enfasi maggiore nella produzione si spostò sulla dimensione quantitativa. Si introdussero metodi di meccanizzazione e parcellizzazione del lavoro, che venne organizzato «scientificamente» secondo i criteri teorici esposti da Frederick Winslow Taylor (1856–1915) e applicati in maniera rigida ed esaustiva nelle fabbriche di Henry Ford (1863–1947)9. Il conseguente «taylorismo–fordismo» ruppe l'identità artigianale prodotto = qualità, e con essa la presenza implicita degli opportuni interventi manutentivi. Il ciclo produttivo portò a specializzazioni e quindi a diverse figure professionali, alcune del tutto nuove: i progettisti, i programmatori, gli addetti alle varie fasi specialistiche della produzione, i controllori dei tempi, dei metodi, della qualità. Quanto poi all'utilizzo vero e proprio del prodotto e alla

sua conservazione nel tempo emergeva – ma questa volta in maniera esplicita – la figura professionale del manutentore. La rivoluzione industriale infatti, ha generato la necessità della nascita di una cultura manutentiva per un duplice motivo:

1. la ricerca di una maggiore efficienza produttiva, soprattutto in campo industriale;

2. la perdita di qualità delle aree urbane e dei prodotti edilizi che ha generato l'esigenza di conservazione dei valori e la riappropriazione di una cultura tecnologica che nel tempo si alienava.

Con lo sviluppo industriale, quindi, il termine Manutenzione assume il significato di mantenere in efficienza al minimo costo. I primi segnali concreti però si hanno negli anni '60, quando la Commissione Europea delle Nazioni unite affronta il problema della conservazione delle risorse, per poi riabbandonarlo e riprendere il dibattito negli anni '70, quando ci si inizia a preoccuparsi del riuso edilizio[1].

Nascerà così l'esigenza di avere un piano di manutenzione, un documento per mezzo del quale sia possibile seguire ed avere accesso a tutte le informazioni connesse al mantenimento, alla gestione e alla costruzione degli edifici. Necessità questa che fu già manifestata, anticamente, da Marco Vitruvio ai tempi dell'impero romano, e successivamente, nel 1877 da William Morris, che pubblica nel Regno Unito un manifesto per il patrimonio edificato, con l'obiettivo di evitarne il degrado e la demolizione. Sarà infatti proprio in tale Paese che nel 1964 comparirà la prima norma BS3811, per la manutenzione industriale.

Quando negli anni'60 si ricomincia a parlare di Manutenzione edilizia si fa però riferimento al retroterra teorico e culturale della Manutenzione industriale. Sono, quindi, concetti di matrice industriale, orientati verso un progressivo miglioramento dell'efficienza e della capacità di previsione e controllo. Successivamente, dall'impostazione di carattere correttivo ed episodico (manutenzione a posteriori) sprovvisto di programmazione, il concetto di manutenzione si è evoluto negli anni verso una manutenzione non più solo a guasto avvenuto, ma anche preventiva programmata, ovvero ad una programmazione di strategia manutentiva, tale da garantire uno stato costante di efficienza e condizioni accettabili in base a standard minimi.

Nel 2000, con l'arrivo della Carta di Cracovia (Principi per la conservazione e il restauro del patrimonio costruito "), non solo la conservazione e il restauro, ma anche la manutenzione ha finalmente un ruolo importante.

" 2- La Manutenzione e la riparazione costituiscono parte fondamentale del processo di conservazione del patrimonio. Queste azioni esigono diversi procedimenti, come ricerche previe, testes, ispezioni, controllo, svolgimento di lavori e del suo comportamento successivo alla realizzazione"

In ultimo nel 2006, hanno completato e rinnovato il quadro normativo la UNI 10144 circa la classificazione dei servizi di manutenzione, nel 2007 Manutenzione - Criteri di

[1] Per "riuso edilizio" si intende ricostruire il valore d'uso e il valore economico di un organismo edilizio, venuto meno a causa di processi di degradamento fisico e di obsolescenza funzionale attivatisi nel momento della messa in uso dello stesso.

progettazione della manutenzione e in ultimo nel 2013 la UNI 10147, Manutenzione - Termini aggiuntivi alla UNI EN 13306 e definizioni.

1.1.2. DIMENSIONE CULTURALE

Dal punto di vista culturale, il cittadino, in media, non è a conoscenza dei grandi vantaggi che una buona manutenzione degli edifici può apportare al gestore, al proprietario e all'utente stesso dell'edificio, pertanto si è solitamente disposti a spendere denaro per comprare un bene immobile ma non è ancora insita nella società l'importanza, nel momento dell'acquisto del bene, di prendere in considerazione anche il costo di manutenzione. Gli utenti dunque, si dimostrano molto affezionati al bene immobile, al loro acquisto e al diritto di proprietà su questo, tanto che quando devono acquisirlo, sperano che nella costruzione dello stesso, siano stati rispettati tutti i parametri relazionati con la sicurezza, il conforto, l'accessibilità etc.

La fase costruttiva infatti, ha sicuramente un'importanza rilevante, ed è dallo svolgimento di questa che spesso dipendono i costi futuri di manutenzione con cui il proprietario deve interfacciarsi. Nonostante ciò, ancora oggi, errori di esecuzione, di progetto e omissioni, sono sempre presenti e pregiudicano l'immagine dell'immobile aumentandone i costi diretti ed indiretti connessi.

In tale direzione è possibile analizzare che le differenti cause delle anomalie nelle opere sono:
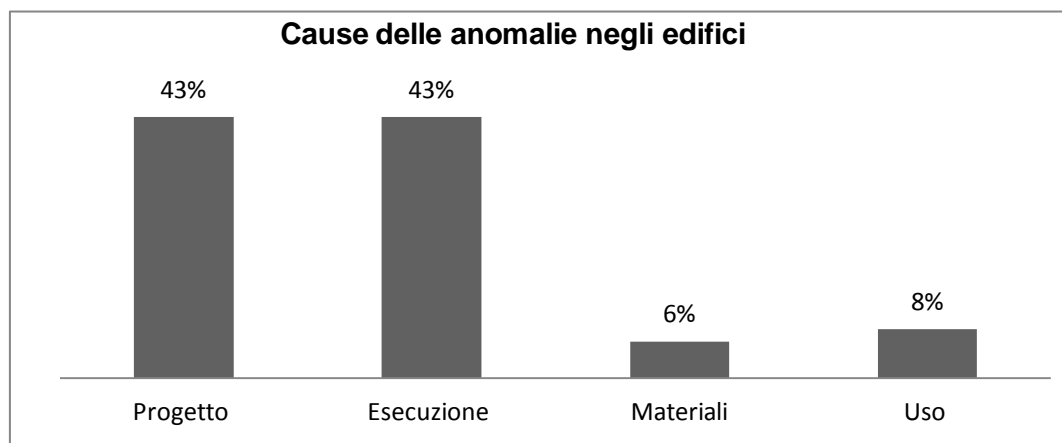
Tabella 2 Cause delle anomalie negli edifici durante il processo edilizio [Bureau Securitas Institut Technique du Batiment et de Travaux Publics,1980]

Secondo tale fonte sono le fasi di progetto ed esecuzione le maggiori responsabili per le anomalie degli edifici e per combattere tale situazione, è importante che nella fase finale di progetto si faccia una revisione dello stesso là dove sono stati rilevati e corretti errori e omissioni, in modo che, non si propagano nella fase di costruzione. Nella fase esecutiva invece, la presenza di così alta percentuale di anomalie, può essere attribuita con l'assenza di manodopera qualificata, e di controlli di sicurezza rigidi che permettono il ripetersi di errori durante l'esecuzione dell'opera.

Una percentuale di tali anomalie è però dovuta alla fase di uso e manutenzione del bene immobile e all'assenza in essa di strategie ben definite, di elaborazioni, di programmi di manutenzione e di misure correttive e proattive da adottare, le date di sostituzione dei componenti e tutte quelle informazioni che aiutano a prevenire il degrado degli elementi.

Oggi, dunque, per migliorare tale situazione, assume un nuovo ruolo proprio l'utente il quale, considerato come protagonista del processo di degrado del bene utilizzato, viene per questo chiamato ad assumersi una responsabilità attiva nell'ambito degli interventi conservativi.

Altre attuali tendenze presenti in edilizia, ambito nel quale si perseguono nuove e più complesse forme di manutenzione con l'obiettivo di inglobare una serie sempre più ampia di servizi, danno origine ai processi di facility management e di global service.

È considerato, ai giorni nostri, fondamentale fomentare l'abitudine, oramai divenuta prassi, di «educare» gli utenti al miglior uso dei prodotti edilizi, stimolandoli a informare costantemente i responsabili della manutenzione sulle evoluzioni del degrado sul quale è necessario intervenire.

1.1.3. DIMENSIONE NORMATIVA

Le diverse forme di gestione dei servizi degli immobili e il diffondersi della formula contrattuale del Global Service, hanno fatto emergere con urgenza la domanda di riferimenti condivisi in grado di guidare le prassi e di regolare i rapporti tra gli operatori.

Un ruolo importante è svolto dalla normativa volontaria, che presenta ormai una prassi consolidata di dialogo tra i vari intervenienti, e ha dato un contributo molto importante ed innovativo alla diffusione ed al consolidamento della cultura manutentiva in ambito edilizio. Uno dei primi segnali è stata, nel 1995, la costituzione della Sottocommissione UNI SC3 " manutenzione dei patrimoni immobiliari" all'interno della Commissione Manutenzione.

La norma quadro da questa introdotta è la UNI 10604 del 19997 " Manutenzione. Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione di immobili", quadro di riferimento complessivo, che stabilisce alcuni importanti criteri e che individua alcuni temi centrali e le relazioni che li legano. Oggi sostituita dalla UNI EN 15331:2011.

L'obiettivo è quello di orientare l'impostazione e la gestione di servizi di manutenzione degli immobili anche con l'aiuto delle norme di approfondimento:

- documentazione di progetto al fine della manutenzione, UNI 10831-1:1989 Manutenzione dei patrimoni immobiliari, Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti, struttura, contenuti e livelli della documentazione e Uni 10931-2-:2001, Articolazione dei contenuti della documentazione tecnica e unificazione dei tipi di elaborato.

- realizzazione di manuali d'uso e manutenzione con la norma UNI 10874:2000 Manutenzione dei patrimoni immobiliari, criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione;

- Sistemi informativi per la gestione delle informazioni per la manutenzione con la norma UNI 10951:2001

- Impostazione e gestione dei servizi di manutenzione con la norma UNI 11136 del 2004, Global Service per la manutenzione dei patrimoni immobiliari. Linee guida; [G.Caterina, S.Curcio, C.Molinari, G.Paganin, C.Talamo. 2006]

Le tematiche che la norma quadro UNI EN 15331:2011 individua come centrali nella gestione dei processi di manutenzione degli edifici, e che potenzialmente rimandano a possibili ulteriori documenti normativi, sono in particolare quelle che riguardano:

- la gestione delle informazioni di base per poter svolgere correttamente i processi manutentivi
- le modalità di definizione di strategie di manutenzione espresse in relazione alle politiche di gestione immobiliare
- la pianificazione delle attività manutentive
- la strutturazione di sistemi per la gestione delle informazioni
- gli aspetti relativi alla operatività, al monitoraggio e al ritorno delle informazioni.

Altra normativa pertinente al tema affrontato è la UNI EN 15341 del 2006 a proposito dei Key Performance Indicator per la gestione della Manutenzione. Tale normativa è molto importante perché ci suggerisce dei parametri di valutazione con cui osservare e misurare la performance manutentiva all'interno dell'edificio o del Real Estate aziendale.

1.1.4 DIMENSIONE ECONOMICA

La manutenzione, come visto nei precedenti paragrafi, può toccare numerosi aspetti, tra cui in ultimo, ma non meno importante, quello economico.

Il settore delle costruzioni, molto differenziato dagli altri sia in termini produttivi, che in termini di risorse di lavoro, ha una importanza molto significativa nell'economia nazionale. La sua crescita inoltre, dipende dal montante e dalla congiuntura di investimento negli altri settori, nonché dalla situazione economica generale. Esistono oggi numerose difficoltà ed inefficienze nell'agire sul già costruito, a cui si sovrappone una ormai nota situazione di stasi totale del settore delle nuove costruzioni, che presenta ormai un trend costantemente negativo negli ultimi cinque anni, al contrario delle attività di recupero e riqualificazione, che ormai assorbono più del 70% delle risorse investite nel settore [ANCE 2012].
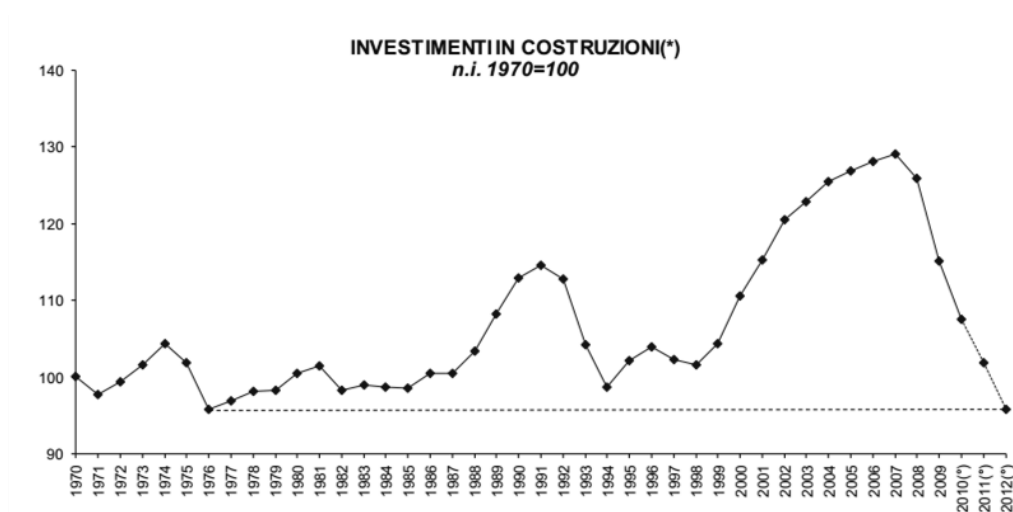
Figura 1 Andamento degli investimenti nelle costruzioni dal 1970 al 2012 [ANCE 2012].

INVESTIMENTI IN COSTRUZIONI(*)

	2012 (°) Milioni di euro	2008	2009	2010 (°)	2011 (°)	2012 (°)	2013(°)(1)	Quinquennio 2008-2012
		Variazioni % in quantità						
COSTRUZIONI	**133.019**	**-2,4%**	**-8,6%**	**-6,6%**	**-5,3%**	**-6,0%**	**0,1%**	**-25,8%**
.abitazioni	70.979	-0,4%	-8,1%	-5,1%	-2,9%	-4,5%	1,7%	-19,4%
- nuove (°)	*26.159*	*-3,7%*	*-18,7%*	*-12,4%*	*-7,5%*	*-12,3%*	*-0,5%*	*-44,4%*
- manutenzione straordinaria(°)	*44.820*	*3,5%*	*3,1%*	*1,1%*	*0,5%*	*0,8%*	*3,0%*	*9,3%*
.non residenziali	62.040	-4,4%	-9,1%	-8,1%	-7,9%	-7,7%	-1,9%	-32,1%
- private (°)	*36.636*	*-2,2%*	*-10,7%*	*-5,4%*	*-6,0%*	*-7,1%*	*-1,3%*	*-27,9%*
- pubbliche (°)	*25.404*	*-7,2%*	*-7,0%*	*-11,5%*	*-10,5%*	*-8,5%*	*-2,7%*	*-37,5%*

(*) Investimenti in costruzioni al netto dei costi per trasferimento di proprietà
(°) Stime Ance
(1) Al lordo degli effetti del provvedimento di urgenza in materia di infrastrutture e trasporti
Elaborazione Ance su dati Istat

Figura 2 Andamento degli investimenti nelle costruzioni per categoria [ANCE 2012]

Grazie alla crescita nel settore della manutenzione**,** negli ultimi 10 anni il 58,6% delle abitazioni ha subito almeno un intervento di manutenzione straordinaria o di ammodernamento, impiantistico o edilizio. Si tratta di 17,6 milioni di abitazioni interessate, su un complesso di poco oltre 30 milioni di unità. E' uno dei principali esiti dell'estesa indagine campionaria alle famiglie che il CRESME ha effettuato nei primi mesi del 2012.

	2001		2011	
	Migliaia	**%**	**Migliaia**	**%**
Abitazioni esistenti	27.26	100.0	30.04	100.0
interessate da riqualificazioni nei precedenti 10 anni	11.87	43.5	17.61	58.6
Impiantistica	9.73	35.7	12.52	41.7
Strutture	1.83	6.7	2.76	9.2
Estetica	7.83	28.7	9.214	30.7

Tabella 3 Stock e riqualificazioni nelle abitazioni dal 2001 al 2011[Ordine Architetti Milano, Riuso 2012]

A confermare, e sollecitare, l'impiego delle risorse nella riqualificazione immobiliare da parte delle famiglie vi sono diversi fattori:

- la vetustà del patrimonio edilizio e l'obsolescenza delle sue componenti (il 55% delle abitazioni in Italia insiste su edifici di oltre 40 anni; la medesima quota sale al 70% nelle città di media dimensione e al 76% nelle città metropolitane);
- la personalizzazione di un abitazione appena acquistata (si ricorda che il volume delle compravendite negli anni '2000 è stato elevatissimo);
- l'adeguamento alle normative europee in alcuni settori (impianti elettrici, di riscaldamento, etc.); il breve ciclo di vita degli impianti di climatizzazione; le politiche incentivanti (la detrazione del 36% e del 55%);
- l'aumento dei prezzi delle case che ha indotto non poche famiglie ad "accontentarsi" della propria intervenendo con episodi di ristrutturazione e/o abbellimento. In particolare per quelle famiglie (e sono circa il 16%) che, avendo avuto accesso all'abitazione di proprietà fra il 1980 e il '95, hanno estinto il mutuo ipotecario lo scorso decennio ritrovandosi con un reddito aggiuntivo spesso da reinvestire.

Nonostante tale quadro, pare che tutti recuperano, ma il patrimonio edilizio rimane vecchio. La dimensione assoluta e relativa delle abitazioni coinvolte in interventi di riqualificazione e le somme complessivamente investite infatti, come visto, sono particolarmente rilevanti. Se si osserva infatti il patrimonio edilizio, questo risulta in condizioni di manutenzione che indicano che oltre il 22% degli edifici risulta in stato di conservazione mediocre (19,9%) o pessimo (2,2%); nel complesso si tratta di circa 2,6 milioni di edifici con evidenti necessità di riqualificazione. E' altresì evidente la forte correlazione tra la vetustà dell'edificio e le condizioni di manutenzione poiché oltre il 30%

degli edifici in condizioni insufficienti è di edificazione precedente al 1919 e fino agli anni '70 si osservano alte percentuali di immobili con necessità di riqualificazione.

La Manutenzione Edilizia ha comunque ormai assunto col tempo un "carattere progettuale" e non esclusivamente conservativo in quanto comporta un'azione progettuale continuativa nella definizione di standard che definiscano le prestazioni dell'edificio durante la sua vita utile.

Nel processo edilizio quindi la manutenzione si è spostata dal livello puramente tecnico a quello economico-gestionale. La manutenzione preventiva è ormai onere invitabile, un investimento più che un costo.
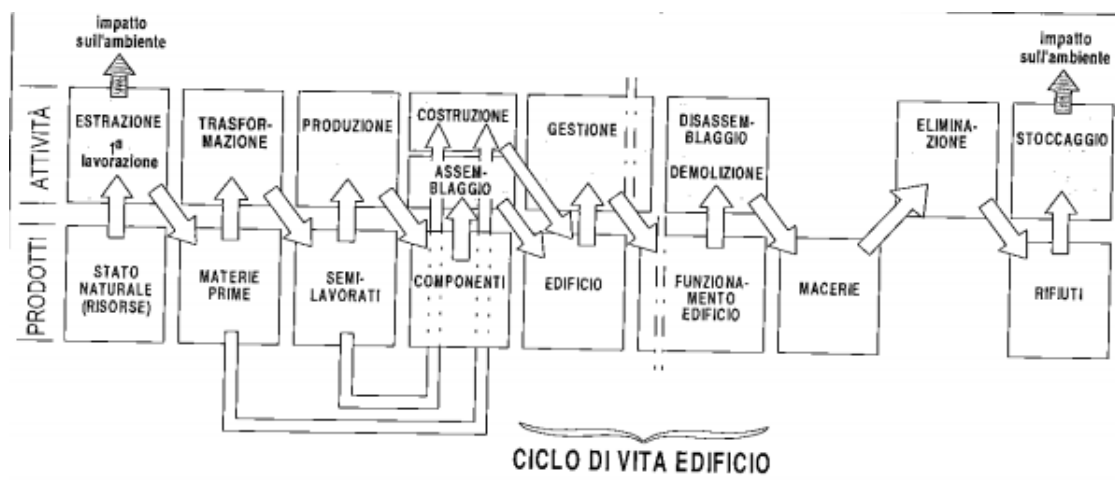
Figura 3 Schema del Processo edilizio, visto dal punto di vista del riuso delle risorse [C. Molinari 2002].

L'obiettivo della conservazione delle risorse edilizie esistenti, come valori patrimoniali e strutture fisiche in grado di svolgere delle funzioni, è conseguibile per mezzo del prolungamento del ciclo di vita utile dei singoli edifici e delle parti che li costituiscono. L'intero ciclo è costituito da realizzazione del sistema edilizio, dalla sua fase di utilizzazione e infine dalla sua dismissione, e osservando la figura, risulta evidente che aumentare la parte centrale del ciclo, e cioè la sua vita utile, determinerebbe grandi effetti positivi.

Ritardare nel tempo la dismissione dell'edificio infatti eviterebbe il costo economico e ambientale, e ripartirebbe in un arco di tempo più alto l'emissione ed il carico di rifiuti conseguenti alla demolizione dell'edificio o alla sostituzione delle sue parti significative.

Prolungare il ciclo di vita richiede due linee di azione principali e convergenti:

- adozione di criteri di scelta degli elementi tecnici e dei materiali, già dalla fase progettuale, e fondati su una più elevata durabilità ed affidabilità degli stessi;
- riduzione, il più possibile, dell'eventualità che si verifichino eventi di guasto durante la vita utile, adottando una costante attività di manutenzione preventiva.

Le attività manutentive, inoltre, presentano una ampia valenza economica, in quanto interessa la fase di vita di utilizzo e conservazione di un qualunque bene strumentale,ossia del mantenimento della sua funzionalità ed efficienza. Tale valenza

economica è senz'altro accentuata in un periodo, come questo, in cui il Paese si presenta non come un paese in costruzione, ma bensì come paese " costruito", per il quale dunque la conservazione inizia ad assumere particolare rilievo. Inoltre le attività di manutenzione presentano un alto valore aggiunto e un basso investimento specifico, il che attribuisce loro un particolare interesse nello sviluppo dell'economia [Lorenzo Fedele,2002].

Tema principale connesso al ciclo di vita dell'edificio è infatti quello del Costo. In generale al crescere del livello di affidabilità[2] di un organismo edilizio corrispondono minori necessità e costi di manutenzione. Una maggiore affidabilità però comporta maggiori costi di costruzione. Allora si dovrà ottimizzare la scelta individuando il punto minimo di costo totale, inteso come somma dei costi di costruzione e di manutenzione. Tale concetto che mette in relazione l'affidabilità con il costo totale è molto significativo per la verifica del rapporto costi-benefici che la recente legislazione sui lavori pubblici riferisce proprio alla somma dei costi di costruzione e di quelli di manutenzione.

Il tema della manutenzione degli impianti e degli edifici è infatti di cruciale importanza per garantire efficienza produttiva, eliminando nel contempo sprechi ed inquinamento nell'area: basti pensare che la manutenzione incide sul 5% dei costi totali, ma può generare il 100% dei problemi.

Di qui l'aspettativa di una soluzione tecnologica in grado di monitorare la manutenzione giornaliera dei componenti, sia interni che esterni, grazie al flusso costante ed in tempo reale delle informazioni, e di poter così intervenire tempestivamente in caso di malfunzionamento dell'equipaggiamento.
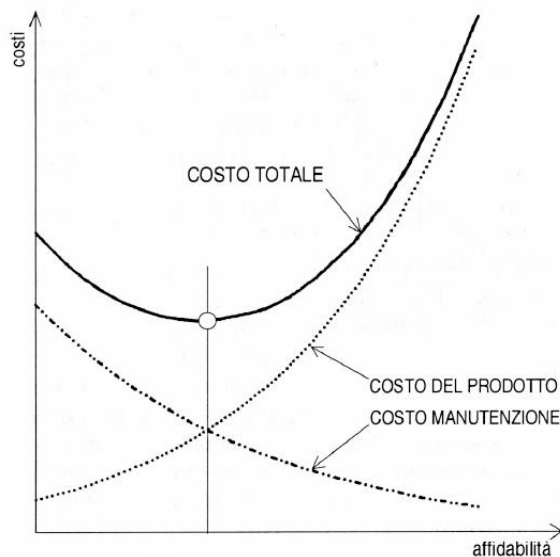
Figura 4 Affidabilità/ costo di un prodotto[C. Molinari 2002]

[2] "Affidabilità" del componente o del sistema è intesa come l'*attitudine di un'entità a svolgere una funzione richiesta in date condizioni, durante un intervallo di tempo stabilito*(UNI EN 13306 del 2003). Ovvero come la probabilità che l'oggetto funzioni senza guastarsi a un livello predisposto, per un certo tempo t e in determinate condizioni Ambientali.

1.2 IL PROCESSO DI MANUTENZIONE

L'obiettivo della industria delle costruzioni è eseguire un prodotto che assicuri la funzionalità richiesta dal committente e le condizioni di sicurezza, assieme con le caratteristiche di durabilità che permettano di minimizzare il degrado lungo il ciclo di vita. Pertanto, la manutenzione deve esser presente durante tutto il processo di costruzione, che si trova interconnesso, e comprende le seguenti fasi:
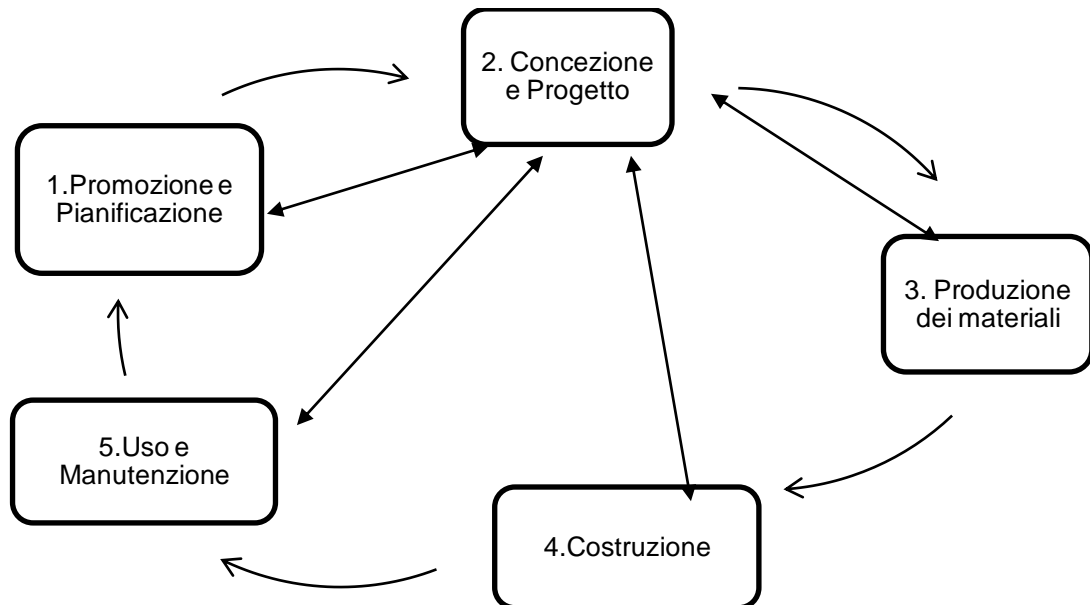
Figura 5 Fasi del processo costruttivo e collegamenti tra esse[S. Burattino 1997]

La promozione e la pianificazione è la prima tappa del ciclo che deve esser studiata con gli obiettivi non solo di minimizzare i costi iniziali, ma anche si massimizzare l'investimento lungo tutto il processo,affinché le scelte effettuate in questo momento, si riflettano sulla problematica di manutenzione, sulla sua pianificazione e la sua gestione.

Di fatto, la concezione architettonica determina il comportamento di un edificio in servizio, il che determina, in fase di progetto, la salvaguardia degli aspetti che possono migliorare favorevolmente tale comportamento. È precisamente in questa fase che si dovrebbero valutare i costi globali delle soluzioni adottate, esaminando gli aspetti tecnici e di durabilità. Si è verificato infatti che i difetti nella progettazione sono la causa principale delle carenze negli edifici nuovi, pari al 42% dei costi investiti nella riabilitazione. Tale mancanza di qualità si traduce nell'aumento dei costi di costruzione e in ridotta durabilità, per cui importa sottolineare l'importanza che la revisione del progetto possa presentare. Analizzando l'aspetto Durabilità/Manutenzione nella revisione del progetto,considerandolo obiettivo della revisione,verificare l'adeguata durabilità e maggiore durata del congiunto edificio, componenti,materiali, sistemi ed installazioni, al fine di ridurre i costi di manutenzione.

Spesso anche la fase di uso e manutenzione è sottovalutata a causa della sua lunga durata, ma anche per il lento degrado che subiscono le costruzioni. Al giorno d'oggi, i lavori di manutenzione realizzati, si integrano in situazioni di emergenza che necessitano di rapida soluzione. L'ottimizzazione dei costi di un processo costruttivo dunque, dipende dal miglioramento continuo del ciclo di qualità e dalla comunicazione tra le varie figure intervenienti, in quanto responsabili della manutenzione efficace degli edifici.

Tuttavia si deve sottolineare che, all'interno del processo edilizio, solo il 20% dei costi sono dovuti alla fase di costruzione e il restante 80% è rappresentato dai costi di manutenzione. È dunque per tale motivo che risulta davvero importante pianificare la gestione del Processo di Manutenzione in modo efficiente e sicuro.

Il Processo di Manutenzione**,** parte integrante del processo edilizio, può essere diviso in tre grandi famiglie, per facilitare l'identificazione dei processi, così come definito nell' *avant project* della norma francese PR NF X60-027:

- Processi di Management: comprendenti gli obiettivi e la politica e l'allocazione delle risorse. Include la misurazione e la sorveglianza dei sistemi di processi e la valorizzazione dei risultati al fine di migliorare le prestazioni. Nel caso di Processo di Manutenzione si occupa della gestione dello stesso.

- Processi di Realizzazione: contribuiscono direttamente alla realizzazione dei risultati attesi e si posizionano tra i bisogni degli utenti e la soddisfazione di tale bisogno. Raggruppano tutte le attività connesse alla realizzazione del servizio. Nel caso del processo di manutenzione si occupa di prevenire gli eventi negativi e riportare i beni nel loro stato richiesto.

- Processi di Supporto: sono indispensabili per il funzionamento degli altri processi e forniscono a questi le risorse necessarie. Nel caso del processo di manutenzione si occupa di garantire la sicurezza, la salute delle persone e preservare l'ambiente manutentivo; elaborare il budget di mantenimento dei beni in condizioni operative; consegnare la documentazione operativa; ottimizzare i risultati etc.

Il processo di manutenzione non si basa su alcun metodo o organizzazione particolare, ma si appoggia solitamente sulla buona pratica degli operatori di servizio.

1.2.1 ELEMENTI FONTE DI MANUTENZIONE (EFM)

Il processo di manutenzione, se implementato per la gestione di un edificio, deve tener conto che tale entità è costituita parti che interagiscono tra loro e pertanto è bene considerare il processo manutentivo dal punti di vista di tali componenti che sono definiti come Elementi Fonte di Manutenzione o EFM [R. Calejo,2001]. Se si osserva un edificio infatti, è possibile notare che questo non degrada tutto nello stesso modo e con la stessa velocità. Questo può essere spiegato se si ricorre alla visione dello stesso come costituito da un insieme di sottosistemi compatibili, che contribuiscono alla prestazione di un insieme di funzioni, ed è così che il edificio risponde alle sollecitazioni e alle esigenze.

Di conseguenza, nell'ambito della manutenzione degli edifici, si considera il degrado dell'edificio come conseguenza al degrado di ciascuno dei suoi sub sistemi, non definendo l'edificio nel suo complesso, ma osservando i sub sistemi che lo costituiscono.[R.Calejo 1989]

A tali sub sistemi si è attribuito il nome di Elementi Fonte di Manutenzione (EFM), obiettivo di intervento dei processi di manutenzione degli edifici, sottolineando che la parola " elementi" è riferita in maniera generica sia ai componenti che agli elementi di un edificio. Essendo tali elementi soggetti a differenti deterioramenti, nella analisi di ogni elemento a livello manutentivo, si associano azioni di manutenzione differenti a seconda del comportamento di ciascuno di essi

Calejo propone nel suo lavoro "Gestão de Edifícios. Modelo de Simulação Técnico-económica", a seguito di una indagine, una lista di EFM, un contributo alla standardizzazione sviluppata a proposito dei quartieri residenziali, come esposto nella seguente tabella.[(Rui Calejo 2001)].

Elementos fonte de manutenção		
Nível 1	Nível 2	Nível 3
1 - Elementos edificados	1.1 - Estrutura	1.1.1 - Fundações
		1.1.2 - Elementos verticais
		1.1.3 - Elementos horizontais
	1.2 - Panos de parede	1.2.1 - Exteriores
		1.2.2 - Interiores
	1.3 - Cobertura	1.3.1 - Acessível
		1.3.2 - Não acessível
2 - Acabamentos	2.1 - Revestimentos horizontais	2.1.1 - Tetos
		2.1.2 - Pavimentos
	2.2 - Revestimentos verticais	2.2.1 - Exteriores
		2.2.2 - Interiores
	2.3 - Vãos exteriores	2.3.1 - Portas
		2.3.2 - Janelas
	2.4 - Vãos interiores	2.4.1 - Portas
		2.4.2 - Janelas
3 - Instalações	3.1 - Abastecimento de água	3.1.1 - Rede
		3.1.2 - Louças e comandos
		3.1.3 - Outros
	3.2 - Esgotos	3.2.1 - Rede
		3.2.2 - Outros
	3.3 - Eletricidade	3.3.1 - Rede
		3.3.2 - Outros
	3.4 - Outros	3.4.1 - Rede

		3.4.2 - Outros
4 - Outros	4.1 - Outros	4.1.1 - Ventilação
		4.1.2 - Equipamento
		4.1.3 - Juntas
		4.1.4 - Sistema solar térmico

Figura 6 Elementi Fonte di Manutenzione [C.Cardoso Santos 2012]

La struttura presentata si basa su due concetti:

- Permettere diversi livelli di aggregazione;
- Essere facilmente referenziabile per mezzo di un codice;

I differenti livelli di osservazione dell'edificio permettono di inquadrare molte tipologie di interventi e, conseguentemente, patologie che si manifestano, sia ad un livello più generico, sia ad un livello più dettagliato. Dall'altro lato, permette di semplificare ad un livello più disaggregato, il livello 3, l'identificazione del EFM in accordo con il principale agente di disaggregazione.

1.2.2 LE ATTIVITA' DEL PROCESSO MANUTENTIVO DA ESEGUIRE SUGLI EFM

Ciascuno degli EFM, che compone l'entità edificio, è soggetto a diversi procedimenti all'interno del Processo Manutentivo, che è possibile dividere in cinque grandi famiglie:

- Ispezione
- Pulizia
- Misure Proattive
- Misure Correttive
- Sostituzioni

Ispezione

Tale attività consiste nella osservazione degli EFM, per l'analisi dello stato in cui vertono,ottenendo come risultato dove intervenire, quando e come. Il controllo effettuato per mezzo di tale metodologia non è esclusivamente destinato al rilievo dell'insorgenza di nuove anomalie, ma anche la evoluzione di queste; cioè l'esistenza di una anomalia può già esser stata rilevata, ma il suo stato, fino a quel momento, può non richiedere intervento, optando quindi per la sua vigilanza, e la conoscenza del comportamento degli EFM che costituiscono l'edificio. È necessario quindi avere un manuale ove sia prevista la periodicità e il modo in cui svolgere le ispezioni, nonché le attrezzature necessarie. Deve inoltre essere definito il livello a cui è soggetto l'EFM in accordo con la sua rilevanza e al costo associato alla sua ispezione.

Tutti gli atti di ispezione devono esser fatti da tecnici specialisti, tuttavia ne esistono alcuni che per la loro semplicità possono e devono essere eseguiti dall'utente. È sempre bene, in ogni ispezione, che l'incaricato si faccia guidare dal piano di manutenzione dove dovrà constatare la lista degli EFM, gli allegati delle ispezioni e delle anomalie, al fine di ottenere

un registro di dati necessari che conducano all'adozione di soluzioni più adeguate, insieme con gli strumenti necessari per i possibili sondaggi e/o misure.

Quando si ispeziona un edificio, le condizioni dei componenti dovrebbero essere schedate e classificate sistematicamente. Per esempio basterebbe alla fine compilare un rapporto che mi fornisca le informazioni sullo stato del componente, affinché io sappia se sia un difetto molto serio che richiede immediato intervento, se si può aspettare la ispezione successiva per riparare/sostituire l'elemento,se non è richiesta alcuna azione nell'immediato, ma per esempio in 2 anni o se sono del tutti assenti i difetti.

Tipologie di diagnosi	**Obiettivi**	**Tecniche di ispezione**	**Tipo di analisi**
Ispezione generale/preliminare	Descrizione delle anomalie e dei degradi	Ispezione visiva	Qualitativa
		Lista delle verifiche	
	Stato reale di conservazione degli edifici	Informazioni delle precedenti ispezioni	
		Strumenti manuali semplici	
Ispezione dettagliata	Approfondire i dati di ispezione generale e la sua interpretazione	Test non distruttivi e distruttivi	Qualitativa e quantitativa
	Identificazione dei requisiti necessari alla definizione del tipo di intervento	Metodi analitici	
		Sistemi specifici	

Tabella 4 Forme, obiettivi e metodologie di ispezione (rielaborato da UNI 10604,1997)

Pulizia

La pulizia, insieme con l'ispezione e i metodi proattivi, sono operazioni inserite nel piano di manutenzione preventiva. A volte non si associa la manutenzione alla pulizia, ma invece questa può essere di rilevante importanza, essendo un'azione semplice ed economica. Questa può essere divisa in pulizia per l'igiene, corrispondente alla pulizia giornaliera, come per esempio nelle nostre case, o la pulizia tecnica, una pulizia più profonda che ricorre a tecniche e prodotti più specifici.

Spesso a causa della mancanza di informazioni degli utenti relative alle procedure da adottare per la manutenzione dell'elemento in causa, si adottano altri mezzi di manutenzione meno adeguati, più dispendiosi e di difficile esecuzione.

Misure Proattive

L'obiettivo delle misure proattive è la prevenzione della patologia, conferendo le proprietà necessarie perché l'elemento presenti un buon funzionamento, ma senza debellare la causa della patologia. Un esempio è la lubrificazione delle cerniere e la pulizia delle grondaie. Ovviamente in tal caso è necessario rilevare quali possano essere i problemi dell'EFM in analisi e cercare di monitorarlo, in modo da potervi applicare i metodi proattivi sempre quando necessario, permettendo il corretto funzionamento dell'elemento stesso.

Misure Correttive

Le misure correttive sono messe in pratica solo dopo il guasto di un EFM, e al contrario di quelle proattive, queste hanno come obiettivo l'eliminazione del fenomeno che ha dato origine alla patologia, evitando la sua riapparizione e restituendo all'elemento fonte di manutenzione la sua qualità iniziale.

Sostituzioni

Infine, l'ultima metodologia, che si inserisce nella manutenzione reattiva, insieme con i metodi correttivi, costituisce il limite di intervento nel dominio di manutenzione. Le operazioni di sostituzione sono eseguite in due situazioni: l'EFM non presenta la capacità di svolgere, minimamente, la sua funzione e ricorrere a misure di correzione non è ormai praticabile o compensatorio. O, prima di un guasto funzionale, cioè quando l'EFM raggiunge la fine della sua vita utile, indipendentemente dal suo stato, e si necessita per tanto la sua sostituzione. Si noti che la sostituzione rientra nella attività della manutenzione solo se è realizzata da un altro elemento con le stesse caratteristiche iniziali, in caso contrario, si tratta di riabilitazione.

Tutte le informazioni relative alle attività sopra riportate, devono essere fornite per ogni elemento e ogni categoria di EFM in analisi.

Ação	Proc.	Objetivo	Parâmetros
Inspeção (Ip)	Visual Métrica Laboratorial	Obter indicadores do comportamento dos diversos elementos, que potenciem o reconhecimento de fenómenos de pré-patologia	• Definição do tipo e das periodicidades das inspeções dos elementos/componentes; • Determinação da duração prevista; • Capacidade para garantir condições de acessibilidade aos elementos e componentes; • Capacidade e rapidez de execução; • Capacidade para um carácter não destrutivo; • Capacidade em manter as condições de utilização; • Vida útil de referência dos elementos e ou respetivos materiais; • Verificação do estado de funcionamento de equipamentos e instalações; • Estimativa dos custos de manutenção.
Limpeza (Lp)	Corrente ou Higienização Não Corrente ou Técnica	Obter uma melhoria de desempenho técnico igual ao inicialmente previsto e garantir a limpeza	• Definição das periodicidades da limpeza dos elementos e ou componentes; • Determinação do tipo de limpeza - manual, química ; • Capacidade para garantir condições de acessibilidade aos elementos e componentes; • Grau de exposição aos vários tipos de poluição; • Capacidade para remoção de sujidade e depósitos de partículas e de eliminação dos elementos adicionais decorrentes da utilização ou da exposição; • Controlo da capacidade de desenvolvimento de agentes microbiológicos; • Vida útil de referência dos elementos e ou respetivos materiais; • Estimativa dos custos de manutenção.
Pró-Ação (Pa)	Garantia do Desempenho Ajuste Funcional Utilização	Obter indicadores do funcionamento dos diversos elementos e garantir o seu correto desempenho	• Necessidade de substituição dos elementos e ou componentes; • Escolha adequada de soluções técnicas e materiais em termos de durabilidade e funcionalidade; • Previsão de acessibilidades e de condições de segurança; • Capacidade para garantir procedimentos de limpeza e inspeção; • Medidas de desinfeção, de ajuste e de verificação do elemento/componentes; • Vida útil de referência dos elementos e ou respetivos materiais; • Capacidade para garantir o funcionamento e evitar recorrência dos fenómenos; • Estimativa dos custos de manutenção.
Correção (Cr)	Face a Anomalias Diagnóstico (intervenção específica)	Devolver o desempenho inicial dos elementos mediante correções (pressupõe uma inspeção)	• Definição das periodicidades e do carácter cíclico das intervenções dos elementos e ou componentes; • Determinação das consequências da degradação física dos elementos e ou componentes; • Previsão de acessibilidades e de condições de segurança; • Determinação de um planeamento da ação no caso de intervenção; • Capacidade para reparação do elemento/componentes; • Capacidade para evitar perturbações na utilização; • Vida útil de referência dos elementos e ou respetivos materiais; • Estimativa dos custos de manutenção.
Substituição (Sb)	Rutura Funcional Parcial Fim de Vida Útil	Devolver o desempenho inicial dos elementos mediante a sua substituição	• Escolha adequada de soluções técnicas e materiais em termos de adequação e durabilidade; • Avaliação da eficácia e flexibilidade e reversibilidade da solução construtiva e dos materiais; • Verificação da compatibilidade com o suporte; • Minimização do número de ações de substituição durante a vida útil de um edifício; • Capacidade para evitar perturbações na utilização; • Vida útil de referência dos elementos e ou respetivos materiais; • Definição de materiais opcionais (caso de substituição por reparação); • Estimativa dos custos de manutenção.
Condições de Utilização (Cu)	Precauções Prescrições Proibições Limite de Utilização	Garantir indicações específicas para os elementos e componentes de acordo com as necessidades dos utentes	• Identificação de possíveis utilizações inadequadas e disfuncionais do espaço; • Previsão das consequências na aplicação dos materiais e soluções construtivas e possíveis implicações em fase de utilização; • Consumo racional de energia e dos recursos; • Vida útil de referência dos elementos e ou respetivos materiais; • Capacidade de gestão técnica de emergências (avarias, etc.); • Capacidade de gestão acidental de emergências (situações de incêndio, inundações, pânico, etc.).
Sustentabilidade (St)	Económica Ambiental (Ecologia) Técnica	Garantir uma otimização e gestão dos recursos na definição dos elementos e ou componentes	• Escolha adequada de soluções técnicas e materiais em termos das exigências; • Capacidade de aproveitamento e regulação dos recursos; • Utilização de materiais eco eficientes e recicláveis; • Minimização do emprego de matérias-primas raras; • Uso de mecanismos e sistemas de poupança de energia; • Vida útil de referência dos elementos e ou respetivos materiais; • Estimativa dos custos manutenção nas intervenções inevitáveis e uma preocupação na otimização de custos globais.
Cumprimento Legal (Cl)	Técnico Acidental Disposições Jurídicas	Garantir o comportamento em serviço de acordo com disposições legais aplicáveis	• Definição do tipo e das periodicidades das inspeções, limpezas e eventuais correções; • Capacidade de antecipação da leitura de eventual necessidade de efetuar alterações; • Identificação dos limites do cumprimento exigencial exigido; • Vida útil de referência dos elementos e ou respetivos materiais; • Controlo das obrigações decorrentes da utilização dos edifícios (IMI, IS, etc.).

Figura 7 Esempio di Azioni di Manutenzione [C.Cardoso Santos]

Come visibile nell'immagine precedente, oltre le cinque attività fondamentali della manutenzione, nella tabella sono riportate tra le azioni manutentive anche le Condizioni di Uso, la Sostenibilità e la Conformità legale. Queste ultime infatti costituiscono tre fattori importanti affinché il processo manutentivo abbia un risultato ottimale. Una buona manutenzione infatti tiene sempre in considerazione il contesto e la funzionalità dell'EFM in questione, agisce sempre con un approccio sostenibile dal punto di vista economico ed ambientale e vuole garantire un comportamento in servizio in accordo con le disposizioni legali applicabili.

1.3 LA MANUTENZIONE DEGLI EDIFICI

1.3.1 CONSIDERAZIONI INIZIALI E DEFINIZIONE

Col passare del tempo, inevitabilmente, ogni EFM che compone l'edificio tende a deteriorarsi, fino a raggiungere nel loro insieme uno stato di degrado che non è compatibile con le condizioni di abitabilità dell'edificio stesso. Essi hanno dunque una vita utile limitata e un processo di invecchiamento continuo, che si evolve quasi in maniera impercettibile, all'inizio, e che accelera man mano che ci si avvicina alla fine. In tale contesto, è essenziale, percepire il comportamento dell'edificio e dei suoi elementi, attraverso la conoscenza del meccanismo di degrado, della stima della vita utile, e così, pianificare gli interventi e prevedere i costi di manutenzione. Il comportamento di un edificio in fase di uso è complesso e ciò deriva dalle diverse azioni degli utenti, diverse esigenze funzionali a cui l'edificio deve rispondere, diverse forme di attuazione, necessità di dar risposta ad un gran numero di fonti di degrado, ma anche dalla diversità degli elementi e dei componenti e dei materiali che lo compongono.

Per tanto l'edifico deve rappresentare un livello di sviluppo che permetta di soddisfare le necessita degli utenti, e deve essere definito come un complesso di sistemi e sub sistemi, compatibili tra loro, formando un sistema di risposta funzionale alle esigenze di sicurezza, abitabilità, durabilità ed economia.

Secondo la UNI EN 13306, la manutenzione è definita come "*combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali, previste durante il ciclo di vita di un'entità, destinate a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta*".

Visto che obiettivo della Manutenzione è aumentare al longevità, tenendo conto degli aspetti economici, funzionali e tecnici, essa deve essere pensata e pianificata sin dalla fase di progetto, cercando di prevedere, nel limite del possibile, il comportamento futuro dell'edificio, tentando di minimizzare e gestire gli interventi futuri.

Analizzando il grafico seguente (Fig.8), è evidente che mantenere l'edificio lo restituisce al livello di prestazioni iniziali,prolungandone la vita utile; la Riabilitazione invece conferisci all'edificio prestazioni conformi ai requisiti attuali. Un'altra importante differenza tra questi due tipi di intervento è che il secondo necessita dell'intervento di un progettista per essere realizzato, per riconsiderare una nuova soluzione. Il restauro invece, sempre presente nel grafico sottostante, è una attività che si esegue solo quando l'edificio presenta prestazioni al di sotto del livello di utilizzo e, come con la manutenzione, si tenta di riportare tale livello a quello progettato inizialmente.
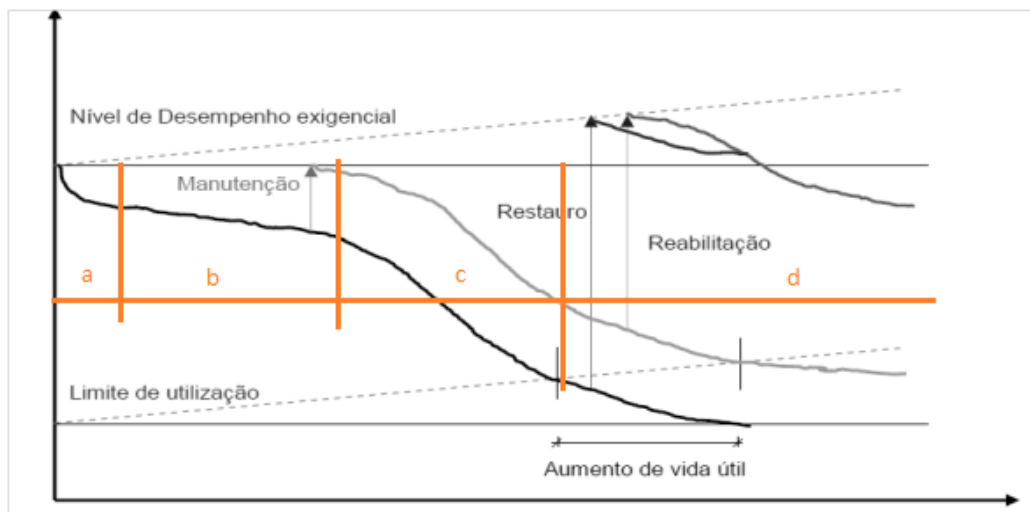
Figura 8 Manutenzione e Riabilitazione[R.Calejo 2001]

Altre definizioni importanti, riportate sempre dalla Uni EN 13306 del 2007 riguardano i concetti di :

- **Strategia di Manutenzione**: " metodo di gestione utilizzato per raggiungere gli obiettivi di manutenzione."
- **Piano di manutenzione:** " insieme strutturato di compiti che compongono le attività, le procedure, le risorse e il tempo necessario per eseguire la manutenzione . "
- **Manutenibilità:** "Capacità di un bene, in determinate condizioni di utilizzo, di poter essere mantenuto e restaurato, in modo che possa svolgere una funzione richiesta, quando la manutenzione viene effettuata in condizioni definite, utilizzando procedure e risorse prescritte".
- **Vita Utile**: " Intervallo di tempo, che in determinate condizioni, in comincia in un dato istante e termina quando il tasso di guasto è inaccettabile o quando il bene è considerato irrecuperabile a seguito di un guasto o altri motivi pertinenti . "

La manutenzione è quindi l'insieme di azioni effettuate nell'edificio affinché continui a servire in accordo con quanto progettato, con la stessa o maggiore qualità e sicurezza per gli utenti e mantenendo le stesse prestazioni. Questo prevede sia azioni a livello dell'edificio stesso, nonché tutte le spese legali per mantenere l'edificio in funzione.

Il fenomeno di invecchiamento o obsolescenza dell'edificio è prevedibile che si verificherà ma non sono prevedibili: la natura, il livello qualitativo e i tempi con cui lo farà.
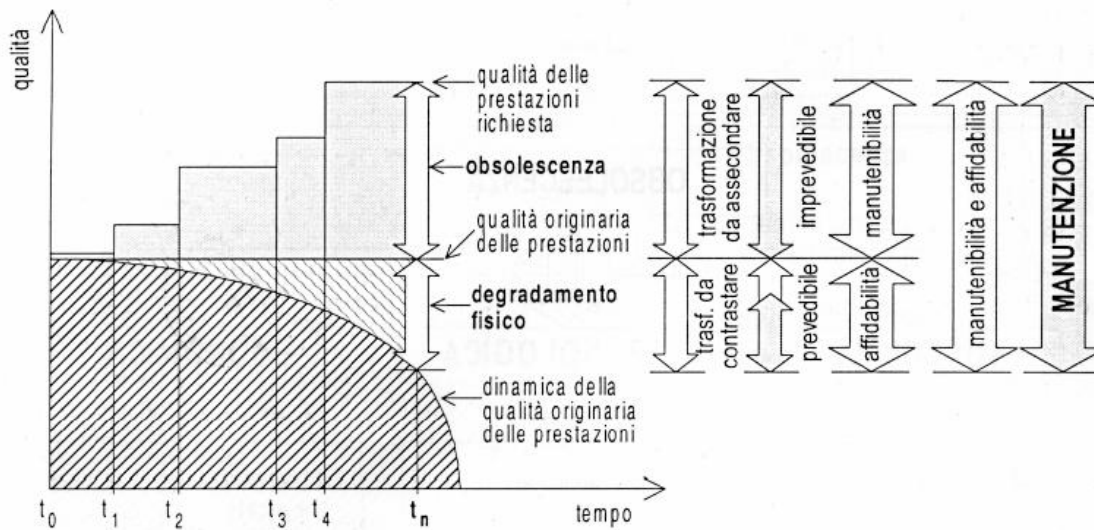
Figura 9 Processi di degrado ed obsolescenza[C. Molinari 2002]

Si definisce quindi tale fenomeno come Imprevedibile, ed è possibile adoperarsi per superarne gli effetti non già contrastandolo, perché sarebbe una inutile opposizione ad un fenomeno inarrestabile, bensì dotando l'organismo edilizio, ovvero le sue singole parti, della capacità di adeguarsi alle nuove esigenze, potenziando cioè le sue caratteristiche di Manutenibilità[3].

Concludendo si può affermare che le attività di contrasto del degradamento fisico e di superamento degli effetti dell'obsolescenza si esplicano potenziando le caratteristiche di affidabilità e di manutenibilità dell'organismo edilizio e delle sue parti.

1.3.3 STRATEGIE MANUTENTIVE

Ci sono varie possibilità per eseguire la manutenzione di un EFM di un edificio. Per esempio, si può aspettare che l'elemento fonte di manutenzione dimostri chiaramente il suo guasto/degrado per essere riparato, come si può agire prima di tale manifestazione, basandosi su studi e previsioni.

Secondo la UNI EN 13306 del 2007 esistono le seguenti strategie e tipologie manutentive:

- Manutenzione preventiva
- Manutenzione programmata
- Manutenzione ciclica
- Manutenzione secondo condizione
- Manutenzione predittiva
- Manutenzione correttiva/ a guasto
- Manutenzione remota

[3] Manutenibilità è intesa come idoneità dell'oggetto ad essere facilmente sottoposto a interventi di manutenzione. Ovvero come *Attitudine di un'entità, in certe condizioni d'uso, di essere mantenuta o ripristinata in uno stato in cui essa possa eseguire la funzione richiesta, quando la manutenzione è effettuata in date condizioni e vengono adottate le procedure e le risorse prescritte.* (UNI EN 13306 del 2003)

- Manutenzione differita
- Manutenzione di urgenza

Le definizioni delle stesse saranno trascritte dalla UNI EN 13306 del 2007, propriamente identificate.

Manutenzione Preventiva

È la manutenzione " eseguita ad intervalli predeterminati o in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre la probabilità di guasto o il degrado del funzionamento di una entità". La manutenzione preventiva è a sua volta articolata in tre sotto politiche, la manutenzione ciclica, la manutenzione su condizione e la manutenzione predittiva.

- Manutenzione Ciclica
  La manutenzione preventiva ciclica è effettuata in base ad intervalli di tempo o cicli di utilizzo prefissati, ma senza una precedente indagine sulle condizioni dell'entità". È cioè un tipo di manutenzione programmata, eseguita in accordo con un piano temporale stabilito, in cui il piano temporale si esprime in funzione dei cicli di utilizzo più appropriati. La sostituzione o riparazione di un componente dell'entità viene quindi effettuata sulla base dell'avvenuto utilizzo predeterminato.

- Manutenzione su condizione
  La manutenzione su condizione è una attività di manutenzione preventiva basata sul monitoraggio delle prestazioni di un'entità e/o dei parametri significativi per il suo funzionamento e sul controllo dei provvedimenti conseguentemente presi. È quindi una manutenzione eseguita subordinatamente al raggiungimento di un valore limite predeterminato di una misura indicativa dello stato di usura di un'entità.

- Manutenzione Predittiva
  La manutenzione predittiva è una evoluzione della manutenzione su condizione ed è effettuata a seguito della individuazione e della misuro di uno o più segnali e della successiva estrapolazione a partire da tali segnali, sulla base di un modello di calcolo appropriato, del tempo residuo atteso prima del guasto. L'intervento di manutenzione dipende quindi dalla misura del sintomo di un guasto incipiente.

Manutenzione programmata

È una manutenzione preventiva eseguita secondo un calendario programmato di attività prestabilite o in accordo con un numero definito di unità di utilizzazione.

Manutenzione Migliorativa

È l'insieme di azioni di miglioramento o piccola modifica intraprese con lo scopo di migliorare l'affidabilità (mediante l'eliminazione delle cause di guasti sistematici e/o riduzione della probabilità di comparsa di altri guasti) e la manutenibilità dell'entità. Per " piccole modifiche" si intende che le stesse " non incrementano il valore patrimoniale dell'entità". Tale tipologia di manutenzione deriva dai principi del TPM (Total Productive Maintenance) ed è perciò basata su un sistema di miglioramento continuo, teso alla individuazione di proposte di miglioramento, sia con l'uso di metodologie e tecniche di analisi, ma, soprattutto, con il coinvolgimento e la motivazione delle persone.

Manutenzione Correttiva (o a guasto)

È la manutenzione "eseguita a seguito della rilevazione di una avaria e volta a riportare l'entità nello stato in cui essa possa eseguire la funzione richiesta". Si procede quindi alla sostituzione o riparazione dell'entità dell'avaria.

Manutenzione differita

Manutenzione correttiva che non è eseguita immediatamente dopo il rilevamento di uno stato di guasto, ma è ritardata in accordo con le regole di manutenzione determinate.

Manutenzione di urgenza

Manutenzione correttiva che è effettuata immediatamente dopo il rilevamento di un guasto, per evitare conseguenze inaccettabili.

Manutenzione integrata

Dall'unione della manutenzione reattiva e preventiva, sorge la manutenzione integrata, il concetto è relativamente recente e nacque con lo scopo di rispondere alle necessità create per le grandi imprese.

La corretta implementazione di un sistema di manutenzione integrato, determina che, le informazioni relazionate alle costruzioni, siano il più complete possibili, contenendo registri tecnici,economici e funzionali. La difficoltà di articolazione entro tutti i dati esistenti e , la sua complessità, fanno in modo che i sistemi informatici abbiano un ruolo centrale. Tale teoria di crescita della manutenzione integrata ha le sue basi sia in grandi che in piccole situazioni. Molte volte per la risoluzione di piccole avarie, sorgono questioni inutili e si prendono decisioni senza preoccuparsi di definire la miglior strategia di risoluzione. Con la nuova politica, le azioni di intervento sono monetizzate, esiste una standardizzazione del procedimento, i cicli di intervento possono essere migliorati per ottenere maggior precisione e permettere una riduzione dei costi, di tempo e una maggiore adeguatezza nella risposta e poter gestire così in maniera efficace ed efficiente il nostro patrimonio.
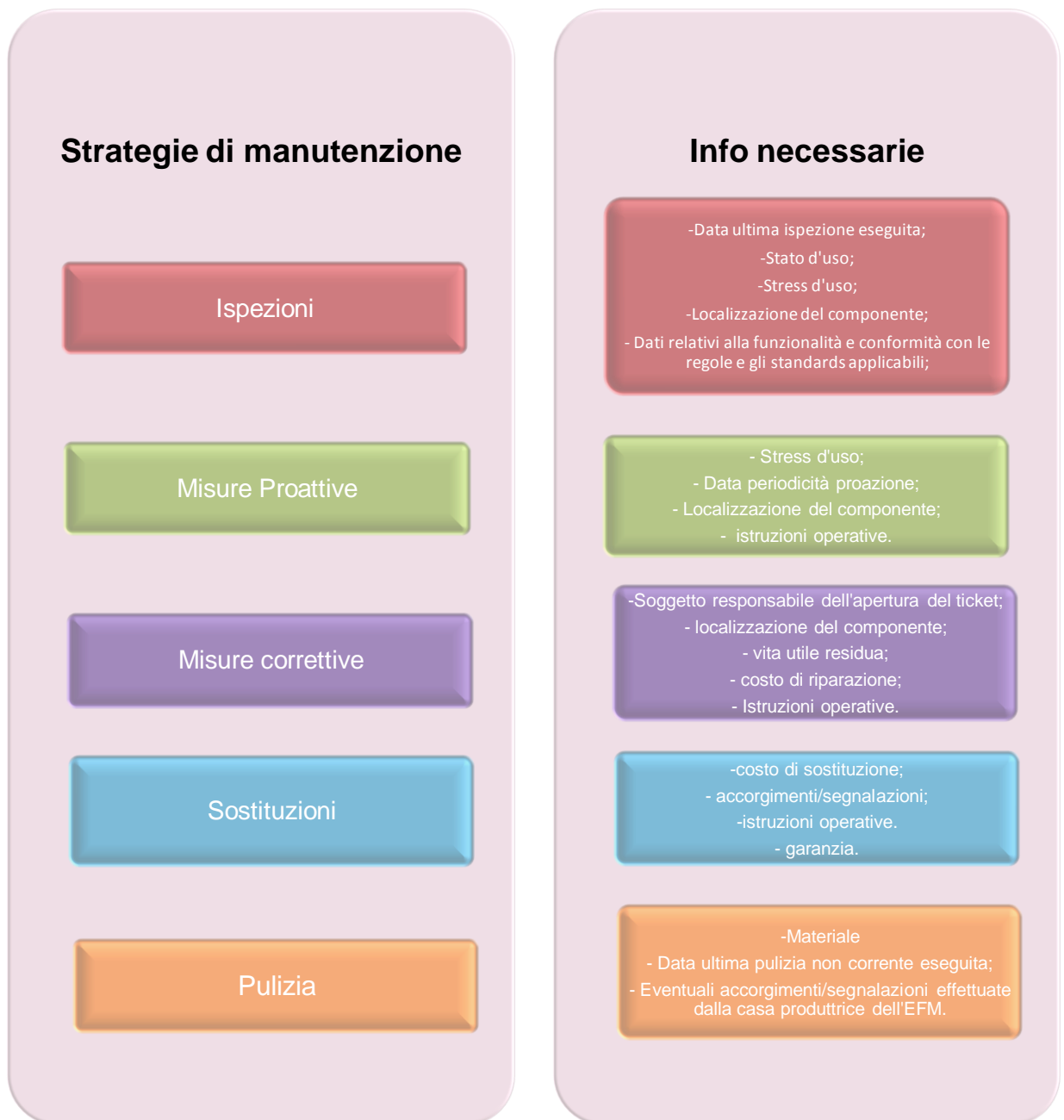
Figura 10 Informazioni necessarie per ogni strategia manutentiva

1.4. LA GESTIONE DELL'EDIFICIO

Che ruolo ha dunque la Manutenzione all'interno della Gestione dell'edificio?

Innanzitutto si definisce la Gestione degli edifici come una area di conoscenze nella quale si inseriscono tutte le azioni e i procedimenti di organizzazione, pianificazione, controllo e gestione necessari per l'ottimizzazione e la performance di un edificio in sevizio, tenendo in considerazione l'ottimizzazione delle risorse disponibili.

L'edificio è un ricco e articolato contenitore, testimone di contesti storici ed economici e il suo valore è il risultato di plurime variabili, che incidono sulla produttività e redditività delle attività che vengono svolte al suo interno, nonché sulla sicurezza e il benessere delle persone che vi operano [IFMA Italia, 2013].

La Gestione degli edifici deve essere considerata come un congiunto di azioni e procedimenti, da applicare ad un edificio, dopo la sua costruzione, al fine di ottimizzarne le prestazioni. Di fatto, l'obiettivo principale del Building Management si concentra nella ottimizzazione del binomio "performance/value".[R.Calejo1989] Tale obiettivo di "performance", connesso alla considerazione dell'edificio come "risorsa", mira a garantire il funzionamento dell'edificio come in nuovo stato, ed è per questo necessario garantire che i componenti dell'edificio mantengano le funzioni al massimo livello possibile consentito dalle loro specificazioni, col il minimo peso possibile e il minimo intervento.

Per tanto si richiede al Gestore/Utente degli edifici un approccio sistemico di gestione: [R.Calejo 1989]

- Ottimizzare l'uso;
- Promuovere azioni di manutenzione;
- Osservare i comportamenti e agire di conseguenza;
- Prevenire

L'obiettivo di "value", relazionato con la definizione di edificio come bene immobile, è implicito nel bene economico che effettivamente l'edificio rappresenta, e si traduce nell'insieme di domande relazionate all'aumento del suo valore proprio e a evitare il deprezzamento in una prospettiva di mercato.

La Gestione degli edifici integra conoscenze provenienti da diverse aree del sapere, vale a dire Ingegneria, architettura, diritto, sociologia e psicologia, nonché l'economia e si struttura gerarchicamente in procedimenti, processi e attività che rispondono alle esigenze col fine di raggiungere gli obiettivi.

La problematica di performance di un edificio in servizio si inserisce dunque nell'area di Gestione degli edifici, e deve essere presente in tutte le fasi che compongono l'opera (progetto, costruzione e vita utile) e essere pianificata in modo da massimizzare il suo risultato e ottimizzare il costo globale lungo il ciclo di vita dell'edificio. Ha l'obiettivo di garantire che l'edificio funziona come quando entrò in uso, assicurando che le soluzioni rispecchino le esigenze per cui furono progettate. Si occupa anche di evitare che l'edificio degradi in una prospettiva di mercato.

Si riferiscono al Gestore dell'edificio, funzioni e responsabilità come riferito di seguito:

- Sicurezza
- Pulizia e Igiene
- Prevenzione delle anomalie e gestione della loro riparazione;
- Pianificazione delle azioni preventive;
- Controllo del rifornimento di energia;
- Attuazione in situazioni di emergenza;
- Variazioni funzionali dell'edificio (ampliamenti, rifacimenti);
- Sviluppo legale

Come in generale, la Gestione degli Edifici si considera costituita in tre attività di gestione fondamentale: [R.Calejo 1989]

- Tecnica;
- Economica;
- Funzionale;
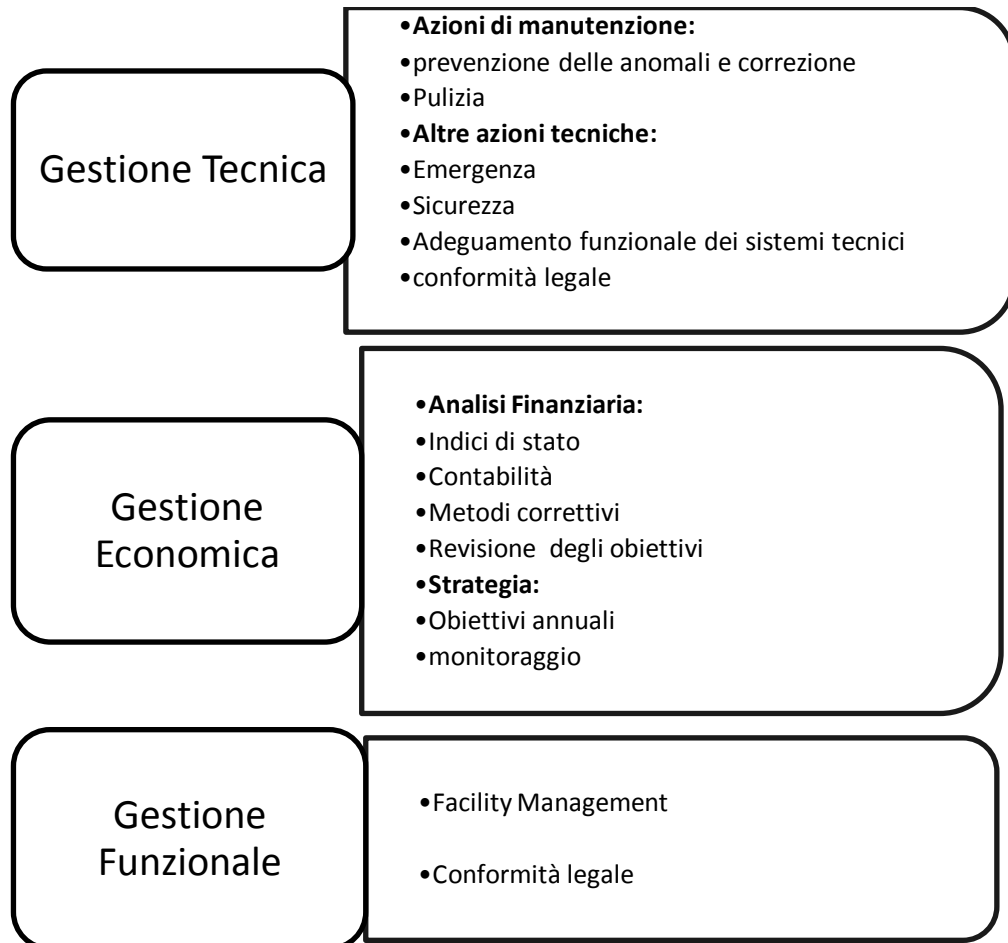
Tabella 5 Struttura delle azioni di gestione degli edifici[Rielaborazione R.Calejo 1989]

Riassumendo si considera che:

- La Gestione Tecnica ingloba tutti i processi relazionati con la performance dell'edificio, dei suoi elementi o componenti;
- La Gestione Economica integra tutti i processi finanziari o contabili, relazionati con l'edificio, derivanti dai costi di funzionamento;
- La Gestione Funzionale assume tutte le questioni derivanti dall'uso dell'edificio in un determinato contesto che può essere caratterizzato per gli utenti, per la normativa, per le relazioni con i prossimi, etc..

È quindi nel dominio dell'attività tecnica di gestione che saranno adottate le misure di manutenzione, campo di studio di tale lavoro.

Tali processi sono spesso inquadrati nella "gestione della manutenzione" che secondo la UNI EN 13306 del 2007 è definita come " *tutte le attività di gestione che determinano gli obiettivi, la strategia, le responsabilità rispettive alla manutenzione e che si implementano per diversi mezzi come la pianificazione, il controllo e la supervisione della manutenzione e i miglioramenti nei metodi di organizzazione, inclusi gli aspetti economici"*.

1.5 LA GESTIONE DELLE INFORMAZIONI PER LA MANUTENZIONE DEGLI EDIFICI

1.5.1 L'IMPORTANZA DELLE INFORMAZIONIRMAZIONIRMAZIONI NELLA GESTIONE DELL' EDIFICIO

Il professionista che ha la responsabilità degli immobili aziendali e dei relativi impianti riveste un ruolo complesso che implica plurime competenze e richiede un'approfondita e corretta conoscenza dei beni gestiti.

Per gestire è necessario conoscere e quindi solo indagando a fondo il patrimonio immobiliare aziendale si è in grado di valorizzarlo, di gestirlo in modo virtuoso e rendere confortevole e sicura la permanenza ai clienti interni, raggiungendo obiettivi di efficacia e di qualità e rispettando principi di efficienza economica e *cost saving*. Conoscere in modo approfondito l'edificio quale contenitore di attività, conoscere gli obiettivi strategici e patrimoniali ad esso legati, i costi che genera, la normativa tecnica di riferimento è una necessità tassativa per tutti coloro i quali devono governare la sua funzionalità e il suo funzionamento.

Condizione fondamentale perché si possano correttamente svolgere l'impostazione, la conduzione e il controllo dei servizi di manutenzione è quella di acquisire un adeguato quadro di conoscenze relative sia all'oggetto del servizio (l'edificio e le sue parti) sia alle politiche e agli obiettivi di gestione che devono essere perseguiti. Rispetto a questa fondamentale esigenza di "conoscenza", nell'attuale contesto si riscontra una diffusa carenza non solo di dati relativi al patrimonio da gestire ma anche di metodi e strumenti consolidati e diffusi per l'acquisizione e la capitalizzazione di queste conoscenze. Esiste quindi la necessità, proprio per creare le condizioni migliori per lo sviluppo dei servizi di manutenzione, di arrivare a una situazione di "conoscenza necessaria e sufficiente" dei patrimoni immobiliari [G. Paganin 2005].

I due approcci più conosciuti per l'acquisizione e l'aggiornamento delle informazioni sono il Censimento Immobiliare e la Due Diligence Tecnica.

Il primo è un sistema di raccolta delle informazioni sistematico, graduale e permanente, un processo sistematico di acquisizione e gestione delle informazioni tecniche, amministrative e giuridiche finalizzate alla conoscenza di beni immobiliari/urbani, con progressivo aggiornamento dei dati acquisiti e della documentazione.[C.Talamo 2003]

Il secondo invece, è puntuale, temporalmente limitato con l'obiettivo di definire una conoscenza istantanea sull'edificio, solitamente prima della sua compravendita. In particolare il censimento ha lo scopo di costituire la base di informazioni necessarie per impostare, pianificare,eseguire e controllare i servizi di gestione e manutenzione immobiliare, solitamente raccolte all'interno di anagrafi.

Il processo di censimento è costituito da quattro fasi:

- Istruttoria: Audit e sopralluoghi;
- Progettazione: Analisi documentale, definizione del quadro complessivo delle informazioni da raccogliere. Predisposizione dell'apparato di supporto e definizione delle informazioni di base.
- Programmazione: Cronoprogramma, individuazione risorse umane, logistiche ed economiche.
- Attuazione: Raccolta delle informazioni, rilievi in situ, verifiche e popolamento del sistema informativo.

Normalmente per poter adeguatamente organizzare, utilizzare e conservare tali informazioni infatti, queste vengono trasferite all'interno di un sistema informativo immobiliare che rende quindi più rapida e facile la gestione di tale patrimonio informativo.

Tale processo ovviamente non è assolutamente semplice in quanto ogni categoria di informazioni da reperire ha una sua complessità. La consistenza quantitativa di un patrimonio infatti può assumere differenti articolazione e specificazioni a seconda dei diversi utilizzi dei dati; le caratteristiche tecniche degli edifici possono variare significativamente per quantità e contenuti in relazione al livello di approfondimento dell'analisi tecnica etc.

La norma UNI contribuisce alla definizione di contenuti e procedure di censimento in relazione alla gestione degli immobili; di seguito alcuni esempi:

- UNI EN 15331: 2011 Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili
- UNI 10831 -1:1999 e UNI 10831 -2:2001 - Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti.
- UNI 10951:2001 - Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida

1.5.2 QUALI INFORMAZIONIRMAZIONIRMAZIONI E COME GESTIRLE

Ma quali informazioni sono davvero importanti e come gestire tali informazioni affinché tali attività manutentive siano svolte efficientemente e le informazioni connesse non vadano mai disperse ? Come accennato già nel precedente paragrafo e sottolineato dalla UNI CEN 15331 del 2006, un edificio differisce da altri elementi soggetti a manutenzione essenzialmente per :

- il bisogno di mantenere il suo valore nel tempo;
- la possibilità che la proprietà possa cambiarne la destinazione d'uso durante la sua vita utile;
- il numero di persone soggette a manutenzione (proprietario, tenant, amministratore, operaio);
- la sua durata nel tempo (decenni).

Lo scopo della manutenzione dell'edificio è di assicurare l'utilizzo dell'asset mantenendo il suo valore e le sue performance iniziali entro limiti accettabili durante tutta la sua vita utile, come anche di promuovere modifiche tecniche o di regolarizzazione alla iniziali o nuove performance tecniche richieste dal proprietario o dalla legge.

Per ottenere tali obiettivi, la definizione dei criteri generali per collezionare i dati essenziali per le attività di manutenzione e l'uso di sistemi informativi adatti, dovrebbe essere usata per sviluppare data base e tool di gestione che migliorino la redditività degli edifici.

Le informazioni utili per svolgere la manutenzione dovrebbero essere disponibili anche per gli edifici di nuova costruzione e in riabilitazione (piani di manutenzione sviluppati durante i progetti di costruzione).

Poiché collezionare tutte queste informazioni richiede tempo e costi non trascurabili, la procedura dovrebbe essere pianificata in precedenza e sviluppata caso per caso.

Durante tale fase la proprietà da sottoporre a manutenzione dovrebbe essere quantificata e identificata e i data base dovrebbero contenere tutti i documenti disponibili e come minimo, queste informazioni :

-localizzazione;

- volume lordo e area di superficie;

- caratteristiche generali degli EFM componenti l'edificio;

- livello di conformità con i requisiti regolatori e e legali;

- contesto esterno;

- stato dei sistemi tecnologici e dati riguardo al consumo energetico;

- tipo e caratteristiche dei servizi richiesti per assicurare l'operatività dell'edificio.

Invece, per ciascun EFM, oltre la pianificazione delle attività manutentive come descritto nel paragrafo riferito a tale argomento, le informazioni di base fornite a tutti gli elementi, sono quelle relative al fornitore di materiali e ai contatti aziendali, alla garanzia, le condizioni di montaggio e, se esiste ed è diversa da quella fornitrice, anche tutte le informazioni relative all'impresa di montaggio. Bisogna inoltre considerare l'importanza del progetto *as built* e delle informazioni ad esso connesse, nonché la data di installazione dell'elemento. Importanti saranno anche le informazioni generate a partire dal momento di utilizzo dell'edificio, ed è importante avere accesso a dati come per esempio le alterazioni posteriori, le manutenzioni effettuate, le osservazioni e tutto il registro che contenga tutte le modifiche effettuate su quell'elemento. Ciò è utile affinché non si perdano o cadano nell'oblio le modifiche o le manutenzioni di determinati elementi

Più in generale le categorie di informazioni richieste sono le seguenti:

- Inventario degli edifici e delle attrezzature;
- Disegni tecnici;
- Verifica di stato di efficienza, funzionalità e conformità con le regole e gli standards applicabili;
- Vita utile residua per ogni componente, prevista secondo la qualità, le condizione d'uso e l'età del componente.
- Specifiche tecniche;

- Costo di riparazione;
- Costo di Sostituzione;
- Costo di non-disponibilità o/e di down state, calcolato per i componenti critici.
- Informazioni sulle soluzioni costruttive critiche;
- Manuali di istruzioni e manuali di manutenzione.

Uno degli strumenti principali per gestire le attività di manutenzione è il Piano di Manutenzione,UNI 11257 del 2012.

Questo pianifica gli interventi nel tempo e alloca le risorse necessarie per l'implementazione delle strategie predeterminate dal proprietario. L'obiettivo principale è quello di ottimizzare l'affidabilità complessiva dell'edificio e dei suoi componenti, determinando il tipo di manutenzione da applicare e la frequenza degli interventi.

Tale piano deve essere aggiornato sulla base del feedback dei dati ricevuti o in accordo con i bisogni.

Questo deve definire la miglior combinazione di strategie da applicare, i metodi delle ispezioni periodiche con la frequenza stabilita in accordo con l'importanza delle operazioni e i rischi derivanti dal malfunzionamento, programma di interventi e ispezioni, metodi per l'esecuzione degli interventi con l'associato piano di sicurezza, operatori assegnati alle attività di manutenzione, criteri di monitoraggio e misurazione delle attività, budget di manutenzione.

Ovviamente per ottenere quest'ultimo strumento di gestione delle informazioni più rapidamente e con un impatto più efficace, tutte le procedure di manutenzione dovrebbero essere computerizzate, in accordo alla complessità e alla mole della proprietà del reale estate, usando strumenti specifici adatti alle attività manutentive, per facilitarne la pianificazione, il controllo e l'implementazione.

Oggi infatti, per la gestione dei patrimoni, sono comunemente usati i Sistemi Informativi.

La struttura di questi dovrebbe :

- Essere appropriata alla natura eterogenea dei dati relazionati all'edificio;
- Avere l'abilità di adattarsi ai cambiamenti degli standard e dei regolamenti, in quanto essi spesso richiedono modifiche dei dati esistenti, per ragioni tecniche, amministrative e fisiche.

Questi dovrebbero inoltre consentire una gestione efficiente del piano in termini di modifiche e integrazioni, del problema dei documenti necessari per iniziare le attività e immagazzinare e analizzare i dati di feedback. Spesso inoltre tali sistemi offrono moltissimi moduli che semplificano il lavoro, che siano di piano di ispezioni, analisi della affidabilità, report delle spese etc. Con l'uso di tali moduli il sistema dovrebbe assicurare un aggiornamento continuo del piano di manutenzione, usando i dati acquisiti dai singoli ordini di manutenzione, report esecutivi e situazioni finanziarie.
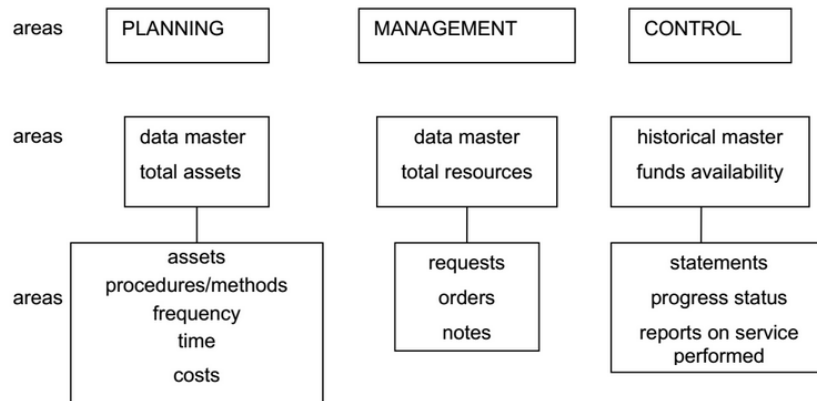
Figura 11 Building Maintenance Information System [C.Talamo 2003]

Ovviamente insieme al piano delle attività manutentive devo assicurare il piano delle risorse finanziarie ed umane, del materiale, delle attrezzature utili a svolgere le attività.
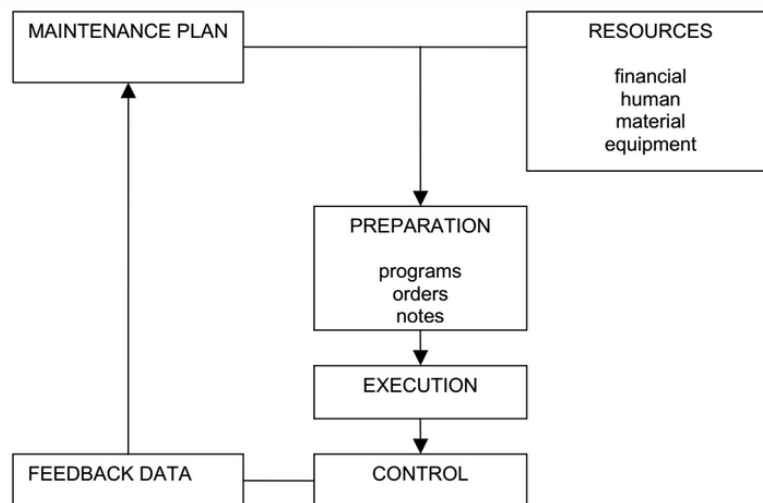
Figura 12 Diagramma operativo della gestione della manutenzione[C.Talamo 2003]

Importantissimi per la gestione della manutenzione e delle informazioni ad essa connessa sono i dati di feedback, che devono essere riportati nei Report di Manutenzione ed essere così usati dai proprietari e dalle autorità pubbliche. L'intento è quello di analizzare i difetti e le anomalie, vita utile e affidabilità dei sistemi critici e dei componenti e la efficacia statistica delle correzioni fatte per migliorare i piani di manutenzione e non solo.

I sistemi informativi infatti possono essere utilizzati per diversi scopi e processi che costituiscono la gestione immobiliare come visibile nella seguente figura.
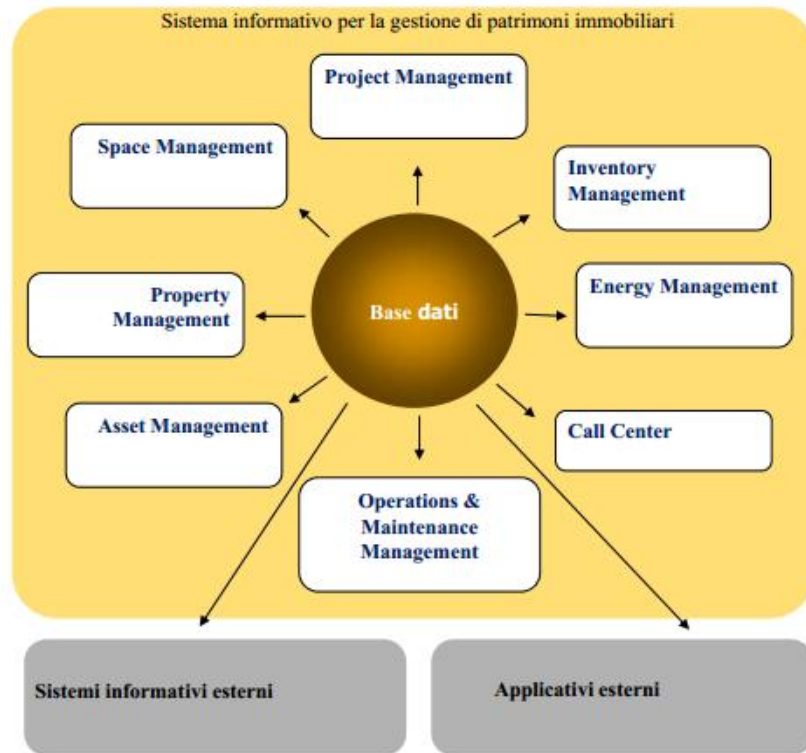
Figura 13 Applicazioni di un SI [C. Talamo 2003]

1.5.3 I SISTEMI INFORMATIVI PER LA MANUTENZIONE
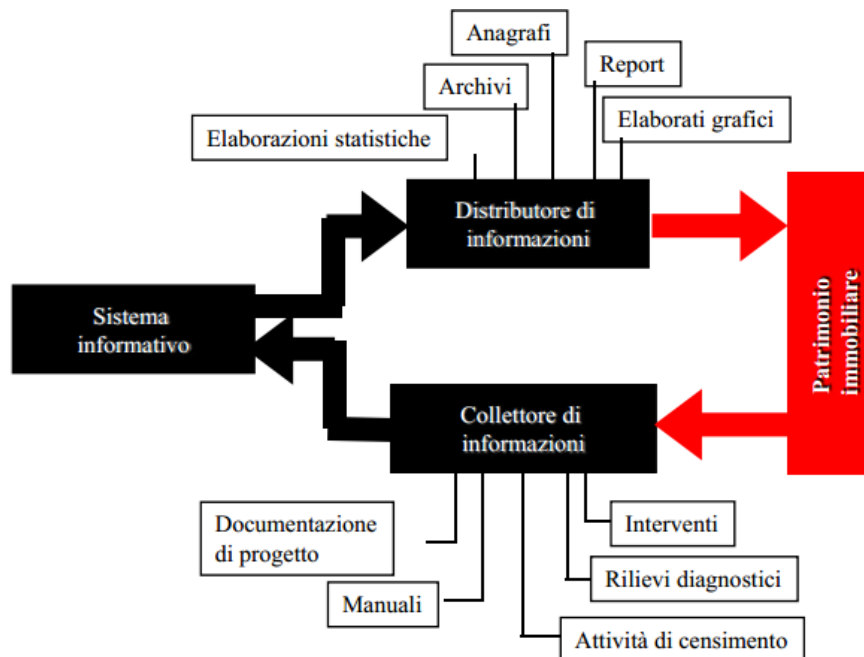
Figura 14 Sistema informativo di Manutenzione [C. Talamo 2003]

Il SIM è uno "strumento di supporto decisionale ed operativo costituito da banche dati, da procedure e funzioni finalizzate a raccogliere, archiviare, elaborare, utilizzare ed aggiornare le informazioni necessarie per l'impostazione, l'attuazione e la gestione del servizio di manutenzione e conduzione tecnica"[UNI 10951/2001].

I requisiti che tale SIM deve possedere sono:

- la possibilità di compiere una scomposizione del patrimonio immobiliare in singoli componenti oggetto di gestione (spazi ed elementi tecnici);
- la capacità di definire le attività elementari, individuando per ognuna le risorse necessarie, in termini di manodopera, materiali, attrezzature e relativi costi;
- la possibilità di gestire e relazionare diverse forme di informazioni (disegni, dati in forma alfanumerica, scansioni di documenti, ecc.);
- la capacità di riaggregare le informazioni rispetto a diverse chiavi di lettura;
- la capacità di garantire il ritorno delle informazioni per costruire serie storiche e statistiche,necessarie all'analisi dei risultati (analisi di affida abilità, dei modi di guasto, dei costi di intervento,ecc.);
- la possibilità di costruire una base dati in modo adeguato alla specificità del contesto di gestione, raccogliendo e organizzando solo le informazioni necessarie e sufficienti (per tipologia e quantità) a descrivere in modo appropriato il bene e il suo stato di funzionamento;
- l'adeguatezza alle modalità di trasmissione e diffusione delle informazioni all'interno delle strutture di management.[C. Talamo 2012]

Ogni sistema Informativo ha delle Macrofunzioni così definibili:

- Anagrafica: Gestione dello stato di consistenza di un patrimonio edilizio.
- Monitoraggio: Restituzione del quadro aggiornato dello stato prestazionale del patrimonio edilizio.
- Storicizzazione: Raccolta delle informazioni di ritorno dalle attività manutentive.

Tali Macrofunzioni sono scindibili in sottofunzioni che il SIM dovrebbe disporre, come rappresentato nella immagine seguente.
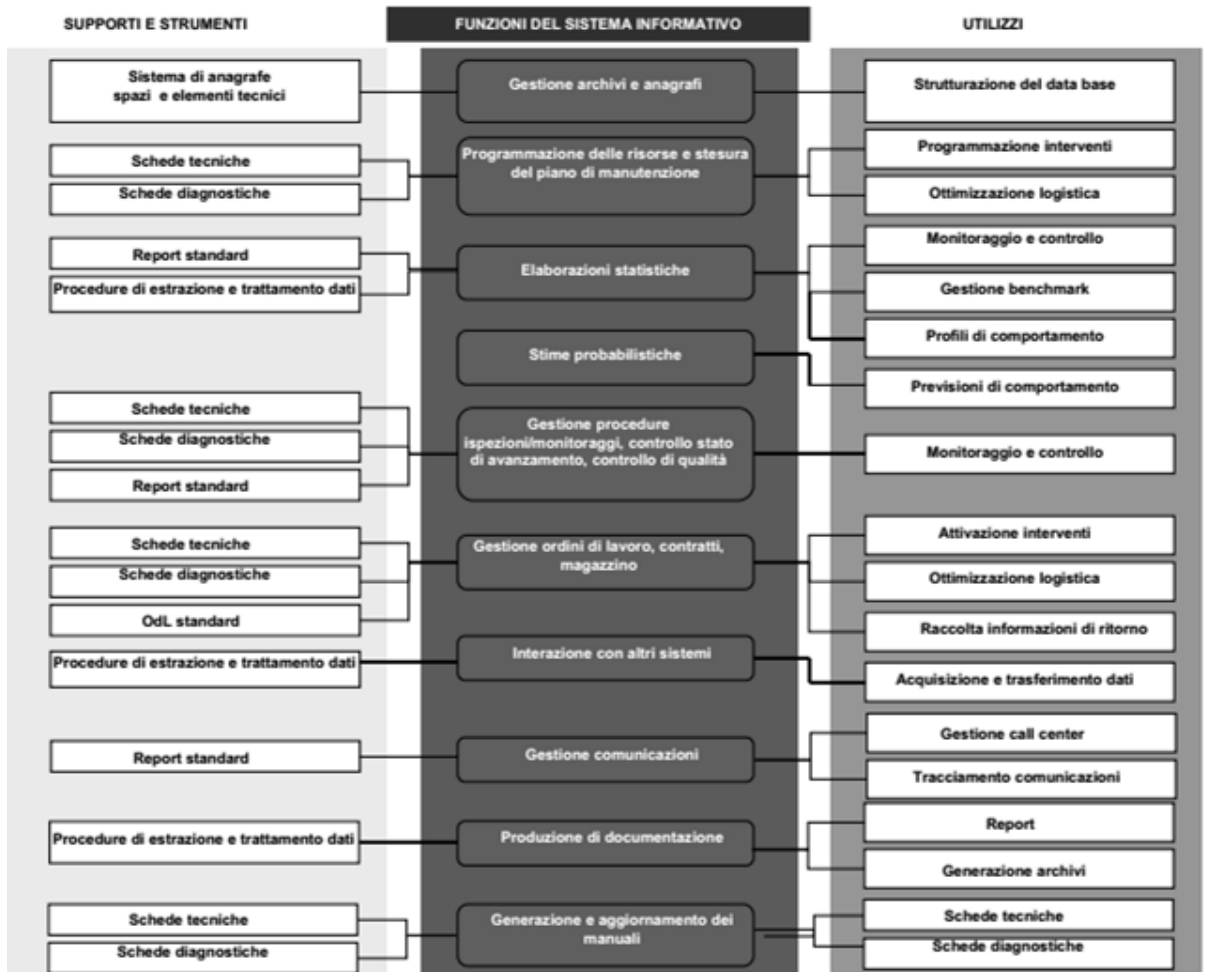
Figura 15 Funzioni del SIM [C. Talamo 2012]

Ma come sono organizzate le informazioni all'interno del SIM?Per effettuare ciò con metodo si ricorre all'uso della **Anagrafica**. Questa recepisce e registra informazioni sugli edifici relativamente all'identificazione, alla localizzazione, alle destinazioni d'uso, alle dimensioni, alle condizioni giuridiche e amministrative, alle caratteristiche tecnologico-costruttive e prestazionali.

L'Anagrafica è costituita dalle informazioni riguardanti sia spazi, sia elementi tecnici, che devono poter essere tra di loro relazionate e la sua struttura dipende da quello che si potrebbe chiamare "sistema anagrafico", ossia dal quadro di criteri assunti per l'articolazione, la classificazione e la codifica degli elementi spaziali e tecnici. Questa inoltre deve essere concepita secondo il principio di gradualità.
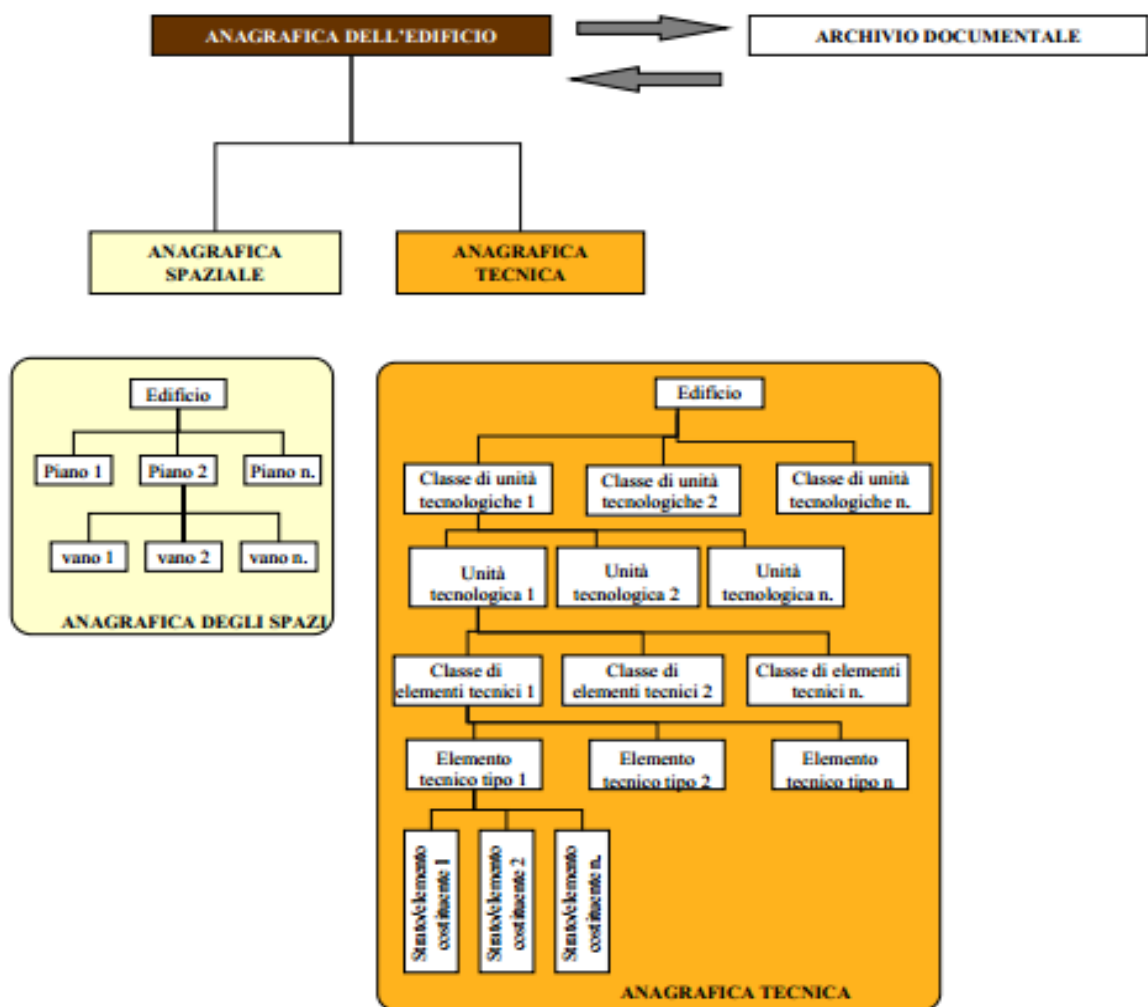
Figura 16 Anagrafica dell'Edificio [C. Talamo 2012]

Nella costruzione dell'anagrafica può risultare utile realizzare la codifica degli elementi tecnici con il supporto di una struttura tabellare.

Codice identificativo della classe degli EFM: il codice identificativo individua le classi di elementi fonte di manutenzione corrispondenti al terzo livello della classificazione della

norma Uni 8290-1: 2001. A ciascuna classe (per esempio solaio) appartengono varie tipologie di elementi tecnici, accomunati dallo svolgimento di medesime funzioni e diversificati per composizione e/o per sequenza di strati/componenti costituenti.

Codice abaco tipologie EFM:le diverse tipologie di elementi tecnici possono essere censite e identificate attraverso codici a ll'interno di abachi tipologici.

Codice identificativo dell' EFM: il codice identificativo delle diverse tipologie si può comporre attraverso la somma del codice identificativo della classe di elementi fonte di manutenzione e del corrispondente codice contenuto nell'abaco tipologico.

Codice strati/componenti: in genere per le esigenze di gestione il livello di censimento più opportuno per le entità tecniche di carattere edilizio coincide con l'elemento tecnico. Tuttavia per alcune situazioni può essere necessario giungere a tracciare informazioni anche per gli strati/componenti funzionali. L'organizzazione tabellare consente di mantenere le relazioni tra singola tipologia di elemento tecnico e suoi strati. Ciascun strato/componente può essere codificato come somma del codice dell'elemento tecnico e del codice estraibile da un abaco tipologico di strati.

Le informazioni dunque risultano organizzate in tre differenti tipologia di Anagrafe:

- Tecnica;
- Amministrativa;
- Funzionale.

All'interno di tali Anagrafi sono convogliate tutte le informazioni presenti all'interno degli Archivi dei Rilievi o delle Procedure. Il primo contiene tutte le informazioni derivanti dalle schede di rilievo, risultato dei rilievi ambientali, funzionali , diagnostici etc.. svolti sull'immobile. Il secondo invece custodisce i piani di manutenzione, i manuali e gli interventi.
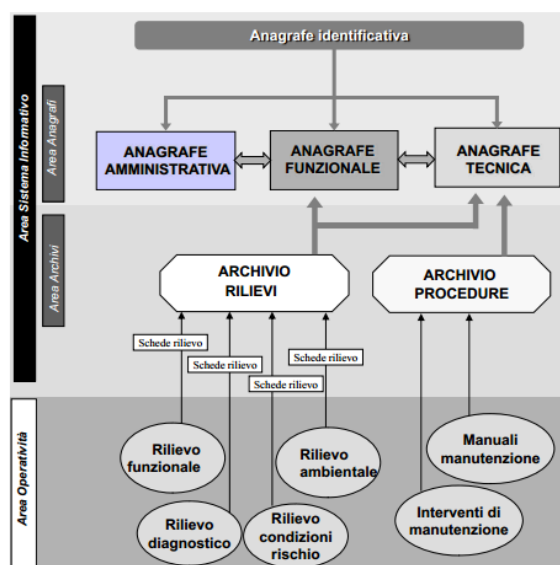
Figura 17 Organizzazione delle informazioni del SIM[C. Talamo 2012]

Ovviamente ciascun SIM potrà poi essere applicato al patrimonio immobiliare secondo differenti scale di applicazione. Può essere cioè diviso per edifici del patrimonio, ognuno con la sua anagrafica di riferimento e ciascuno diviso nei suoi EFM che lo costituiscono. Le informazioni possono dunque essere suddivise e catalogate secondo più livelli di dettaglio che vengono di volta in volta progettati e definiti a seconda del patrimonio che si vuole gestire così come accennato precedentemente quando si parlava della differente mole di informazioni di cui sempre si deve disporre per Gestire ed è proprio questa una della più grandi difficoltà che si incontrano.

Obiettivo del lavoro è dunque quello di trovare un modo efficiente, per mezzo dell'utilizzo di un SIM, per gestire perfettamente le informazioni, renderle sempre disponibili e rapidamente rintracciabili, per mezzo dell'uso della tecnologia dei BarCode ed in particolare degli RFID.

Capitolo 2

LA MANUTENZIONE E LA TECNOLOGIA RFID

2.1. L'USO DELLA TECNOLOGIA RFID NEI PROCESSI DI MANUTENZIONE

La più grande difficoltà nella pratica di una gestione efficiente ha a che vedere con la scarsa conoscenza ed informazioni sul comportamento degli elementi edilizi e con l'incapacità di conservare memorie storiche delle esperienze condotte fino ad ora nel campo manutentivo, ed in particolare sulla durata di vita media degli elementi, sulla loro affidabilità, sui tipi e le frequenze di guasti e sulla frequenza e modalità degli interventi di manutenzione preventiva da praticare.

Per risolvere tale problematica sono infatti nati i Sistemi Informativi di Manutenzione, come detto nel precedente capitolo, e cioè quel " complesso di norme, procedure e strumenti atti a raccogliere ed elaborare le informazioni necessarie per la gestione delle attività di manutenzione e per il monitoraggio dell'attività degli impianti. Questi hanno la funzione di vere e proprie basi di dati storici raccolti per lunghi periodi di tempo con continuità, con procedure e in funzione di una elaborazione dei dati affinché raggiungano dimensione quantitativa rilevante

Sembra dunque che l'informatizzazione dell'attività manutentiva degli edifici possa davvero migliorare vari aspetti, a livello sociale, come economico ed industriale, permettendo il conoscimento, durante la fase di utilizzo, dei vari elementi in un edificio. Una delle strade che si sta percorrendo in tal senso è quella della tecnologia RFID

A tali SI si è pensato quindi di associare la tecnologia Rfid con lo scopo di raggiungere l'obiettivo di gestire in maniera efficiente la manutenzione degli edifici.

Nel seguente capitolo si analizzano le caratteristiche della tecnologia RFid, analisi che non vuole essere una caratterizzazione completa della tecnologia, ma vuole solo affrontate i concetti associati a questo lavoro.

2.2 STATO DELL'ARTE

RFID è acronimo di Radio Frequency IDentification, tecnologia nata in ambito aereonautico/militare per l'identificazione a distanza di oggetti o persone. L'evoluzione tecnologica degli ultimi anni ha portato alla realizzazione di apparati e strumentazione con prestazioni sempre maggiori e dimensioni sempre più contenute, permettendo lo sviluppo di applicazioni in molteplici settori. Fu Harry Stockman, nel 1948, uno dei primi a studiare e pubblicare un articolo sul tema RFID, seguito nel 1973 da Mario W. Cardullo che per primo otterrà la licenza per un dispositivo tag passivo.

L'uso degli RFID per migliorare il controllo della manutenzione non è quindi un concetto nuovo. Diverse industrie hanno utilizzato tale tecnologia, applicando barcodes, per rintracciare i materiali per anni. Sin dagli anni '90, anche le imprese di costruzioni hanno iniziato ad esaminare l'uso dei barcode per la gestione, combattendo contro l'inconveniente, da questi presentato, della lettura solo a range corto e la loro bassa

durabilità. Una delle prime applicazioni risale a Andrew Balàsein e Antony Thorpe, che nel 1994, parlavano di migliorare la gestione dei materiali attraverso l'uso di tale tecnologia.

Dal 2002 entra in mercato anche un'altra tecnologia chiamata NFC (Near Field Communication), tecnologia che fornisce connettività wireless bidirezionale a corto raggio (fino ad un massimo di 10 cm), tag passivi senza alimentazione. La tecnologia si basa su tre concetti fondamentali: *Pairing, Sharing* and *Transaction*. È una tecnologia molto semplice da usare, basta avvicinare un dispositivo di lettura (PAD o un cellulare etc..) al tag semplicemente senza la necessità di aprire una applicazione.

Diverse sperimentazioni di tale tecnologia si sono realizzate negli anni in diversi campi all'interno dell' ambito manutentivo, da quello industriale a quello edilizio.

2.2.1. RFID IN AMBITO INDUSTRIALE

Come riportato nella relazione del IV Convegno per i Sistemi Informativi della Manutenzione, uno degli usi più frequenti di tale tecnologia è nell'ambito Manutenzione, Diagnostica ed Assistenza. La presenza di identificatori di un tag RFID su di un prodotto soggetto a manutenzione, anche a distanza di anni, favorisce l'ottenimento di elevati livelli di assistenza e manutenzione. Appare infatti strategico l'impiego degli RFID nei processi di identificazione dei componenti riparabili e di tracciatura della catena distributiva dei materiali di manutenzione.

In generale, dovendo effettuare manutenzione su un impianto, con una semplice lettura del tag applicato direttamente sullo specifico componente, è possibile ottenere la storia delle manutenzioni e riparazioni effettuate sul componente stesso. È fondamentale, a tal proposito, la possibilità fornita dal dispositivo di trasmettere in modo automatico ed in tempo reale gli identificativi al sistema centrale di manutenzione. Il produttore può inoltre ricavare, lungo tutto il ciclo di vita del prodotto, informazioni sulla difettosità, sulla durata, sull'usura, sulla qualità del prodotto, e per il miglioramento tecnico ed economico del processo produttivo.

Di seguito alcuni esempi di applicazione della tecnologia, già realizzati, nell'ambito della manutenzione industriale.

Il caso di SAP e Trenitalia

Nell'articolo pubblicato nel forum di SAP*, Scenari PA, Innovare con l'RFID, La soluzione pacchettizzata di SAP per l'RFID, AII (Auto ID Identification),* un caso interessante a riguardo è la sperimentazione condotta da Trenitalia S.p.a. del prototipo per l'identificazione dei motori elettrici a trazione attraverso l'uso della suddetta tecnologia. Tele Sistemi Ferroviari in collaborazione con SAP e HP hanno concluso con Trenitalia, nel dicembre 2004, un progetto pilota per l'identificazione tramite RFid dei motori di trazione ferroviari, tramite il quale ha verificato le possibilità di impiego della tecnologia nei processi di manutenzione del materiale rotabile. Gli obiettivi di Trenitalia erano quelli di mostrare che i tag resistono alle condizioni di esercizio dei motori cosi da conservare le informazioni memorizzare per un periodo superiore a circa tre mesi e verificare la possibilità di integrare i dati acquisiti dinamicamente con il sistema di Trenitalia che gestisce la manutenzione (SAP RSMS- Rolling Stock Management System). Il successo di tale integrazione ha permesso di portare le attività informatiche relative al processo manutentivo direttamente " sul posto". I manutentori sono stati muniti di palmari con lettore RFid e, letto il tag sul motore, tramite collegamento WIfi hanno in real time a

disposizione l'ordine di lavoro. Durante la sperimentazione i locomotori coinvolti hanno circolato regolarmente per più di 280.000km e i tag, posizionati su diverse parti del motore, sono stati letti più di 200 volte con una percentuale di lettura vicina al 100% tanto che Trenitalia giudica interessante l'estensione del progetto.

Aeroporto di Francoforte, Pervasive Computing 2006.

Christine Legner and Frédéric Thiesse presentano in un articolo sulla Rfid Technology della rivista Pervasive Computing del 2006, il caso studio dell'Aeroporto di Francoforte. Nel 2003 Fraport AG Frankfurt Airport Services Worldwide ha iniziato a utilizzare SAP abbinato alla tecnologia RFID a per implementare il sistema di manutenzione dello scalo dell'Aeroporto di Francoforte. Dopo aver completato il progetto pilota con successo, Fraport ha iniziato il roll-out della tecnologia integrata RFid-SAP per la sicurezza della manutenzione presso gli oltre 400 edifici e impianti. Tutto lo staff di manutenzione usa adesso pad mobile per accedere ai piani di manutenzione giornaliera e portare a termine gli ordini di lavoro del giorno. Tale nuovo sistema era applicato inizialmente solo per gestire la manutenzione dei sistemi antincendio.

Centrale Enel in Bulgaria

L'azienda RFid Global Value Chain by Softwork presenta tra le sue applicazioni della tecnologia, il caso studio della centrale Enel in Bulgaria. Enel opera nella centrale bulgara, sensibile al tema del green e del rispetto ambientale, fin da febbraio 2009, con l'applicazione di un piano di modernizzazione rivolto a potenziare l'efficienza e la capacità produttiva dell'impianto in sintonia con le linee-guida europee sul rispetto ambientale, ricevendo nel dicembre 2009 la relativa certificazione (ISO 14001:2004). Per raggiungere tale obiettivo, sin da febbraio 2011, Maintenance-ID opera nella centrale per gestire gli interventi di manutenzione programmata, ossia ciclica: dopo aver inizializzato il tag RFID da apporre su ogni punto rilevante dell'impianto, salvando il codice del punto nella memoria del tag, la soluzione tecnologica segue un preciso work-flow. Più nel dettaglio, il sistema Maintenance-ID gestisce le operazioni di manutenzione nella centrale bulgara attraverso due moduli: l'interfaccia web e l'applicazione mobile. Il plus di maggior valore di Maintenance-ID consiste nel raccogliere e fornire preziose informazioni, punto di partenza per migliorare sempre più la gestione della centrale bulgara, permettendo infatti di analizzare le macchine che si guastano con maggiore frequenza, la tipologia di guasti più frequenti, i ricambi più utilizzati, la quantità di ore di manodopera manutentiva per mese e per ogni impianto e la durata media di un intervento. Il sistema permette poi la tracciabilità dei lavori eseguiti, sostituendo il cartaceo con un risvolto green, elaborare statistiche in tempo reale sulle difettosità tipiche delle macchine, consentendo quindi un'azione preventiva, e report con lo storico di tutti gli interventi di manutenzione straordinaria o ordinaria eseguiti su un impianto. Ad oggi, visti gli esiti positivi di Maintenance-ID, il management sta valutando la possibile estensione nel futuro dell'RFID per gestire anche la manutenzione straordinaria o di pronto intervento: in simili casi, sul palmare RFID del manutentore saranno caricate le richieste di pronto intervento con relativa scheda da compilare; dopo aver eseguito la riparazione, descrivendo l'intervento eseguito ed indicando i ricambi utilizzati, l'operatore modifica lo stato della scheda di manutenzione ed indica il codice di guasto riscontrato (ad es.: guasto ciclo automatico), rileva il tag RFID dell'impianto (Data ed ora certa di inizio lavoro) e salva l'intervento sul data-base.

Aeroporto di Malpensa, Milano, The Biz Loft

Come racconta la rivista The Biz Loft, per assicurare il corretto funzionamento di tutto il sistema aeroportuale e garantire la sicurezza delle attrezzature, nell'Aeroporto di Malpensa sono attuati programmi di manutenzione preventiva e predittiva, volti a limitare notevolmente il verificarsi di guasti o emergenze. Confermando la qualità della scelta tecnologica, l'ente gestore Sea ha scelto una gestione con NFC, in particolare, con una soluzione CAM(Controllo delle Attività Manutentive) realizzata dal partner RFID360. Il sistema funziona applicando su ogni oggetto che deve ricevere manutenzione un tag nfc passivo (che si tratti di ascensori, asciugamani elettrici, ponti di imbarco etc.). Ogni tag identifica in maniera univoca ogni singolo oggetto. Quando un apparecchio risulta non funzionante, l'addeetto avvicina lo smartphone Nfc che ha in dotazione per aprire l'applicazione che avvia il processo di ticketing relativo al servizio manutentivo. Cosi, i responsabili, posso tenere sotto controllo ogni area del sito, dal un cruscotto centralizzato. Risolto il guasto, sempre via Nfc l'operatore conferma la chiusura del ticket e la risoluzione del problema. Applicando una manutenzione attenta ed efficace in meno di un anno l'investimento si è ripagato ed è stato anche possibile ottenere risparmi nei costi di gestione[E. Ergen 2007].

Uniacque S.p.a., Bergamo.

Prima della introduzione della tecnologia Rfid, Uniacque S.p.a. ha evidenziato come fossero presenti delle criticità di "flusso", "tecnologiche" e di "pianificazione e controllo delle prestazioni". Per ovviare a queste problematiche è stata sviluppata un'applicazione *mobile* utilizzando sistemi di identificazione RFId e palmari portatili con capacità di lettura e scrittura di tali dispositivi, al fine di registrare gli interventi effettuati ed eliminare le criticità di processo riscontrate nella gestione tradizionale degli interventi ispettivi e manutentivi sugli impianti oggetto dell'analisi. È la soluzione che tale società di gestione degli acquedotti di 177 comuni nella Provincia di Bergamo ha adottato per migliorare la qualità del suo servizio. Come raccontato da Emanuele Dovere, Ricercatore presso CELS, Università degli studi di Bergamo, Fabio Floreani, Ricercatore Consorzio Intellimech e Emilio D'Alessio, Responsabile area esercizio Uniacque Spa, si sono ottenuti molti vantaggi dopo tale trasformazione. In primo luogo l'introduzione dei tags ha permesso di automatizzare una serie di operazioni come ad esempio la scrittura del nominativo dell'operatore e della data di ispezione, completa tracciabilità e certezza sia degli interventi effettuati che delle informazioni ad esso legate, legato alla tracciabilità delle informazioni è legato alla possibilità di dare evidenza agli organi preposti ai controlli ambientali (come l'ARPA) che le ispezioni e le attività manutentive siano state effettivamente svolte etc..

Montanari S.r.l.

Con l' intenzione di proseguire con passione allo sviluppo dell' automazione nelle lavanderie industriali, Montanari S.r.l., leader italiana nell' Automazione per Lavanderie ha sviluppato un sistema completamente automatico in grado di tracciare in modo assolutamente preciso il percorso dei tessuti nelle fasi di lavaggio e stiro, semplificando i procedimenti di conteggio, di identificazione della durata dei tessuti, della gestione dei resi e l'elaborazione di statistiche di ogni genere. Il Tag o Chip appropriatamente programmato ha in memoria numerosi dati, che forniscono alla lavanderia preziose informazioni riguardanti il percorso produttivo del capo, aiutando così a migliorare la gestione del magazzino, compilare bolle e fatture, stampare statistiche, ecc..Esso viene inserito all'interno dell'orlo o all'interno di una qualsiasi etichetta e poi, successivamente, cucito sul capo. Il Tunnel a tecnologia Rfid conta in modo automatico e simultaneo grosse quantità di biancheria grazie all' innovativo e collaudato Sistema Radio Frequency Identification. La

biancheria posta sul Nastro Trasportatore del Sistema Contapezzi passa all'interno del Tunnel venendo così identificata per mezzo di onde Radio.

Carlsberg UK, RFID Journal 2014.

Anche Carlsberg UK sta investendo moltissimo sul Tracking con la tecnologia RFID per ottenere e gestire i dati connessi con i movimenti dei fusti di Somersby Cider, per calcolare una percentuale di tutti i fusti di birra che sono spediti e ricevuti tra clienti e distributori in collaborazione con la compagnia Kegspertise. In questa maniera la Carlsberg ha una mole di informazioni circa i fusti in sito e fuori sito e può gestire e conoscere quando i fusti non rientrano nel tempo previsto e può cosi gestire quanti fusti ordinare e e quando saranno restituiti, e fare piani di consegna più precisi. Tale sistema è usato solo in due locations per il momento e funziona scannerizzando il tag del fusto in uscita prima che sia riempito e consegnato e di ogni fusto in entrata quando viene restituito, avendo così a disposizione sempre tutta la storia del viaggio di quel fusto.

Fraunhofer-Institut, Press Release 2009.

Il Fraunhofer Institute, già nel lontano 2009 aveva sperimentato un modo per inserire i tag RFID all'intero di oggetti metallici lavorati alla temperatura di 100°, senza distruggerli. In questo modo sono riusciti ad inserire l'intelligenza all'interno di tali oggetti metallici rendendo possibile lo stoccaggio di informazioni importanti all'interno dei tags e soprattutto resistente alla frode. Se infatti qualcuno prova a rimuovere il tag, questo si distrugge. I ricercatori già in tale pubblicazione immaginavano un futuro efficiente per tale tecnologia, immaginando la possibilità, oggi già realizzabile, di avere tag read/write e connessi a sensori o attuatori in modo da registrare gli stress termici e meccanici.

2.2.2 RFID IN AMBITO EDILIZIO

Dopo una attenta consultazione di riviste scientifiche e motori di ricerca come Science Direct, ACM Digital Library, ACS Publications, Annual Reviews, ASME Digital Connection, Emerald Insight, è possibile affermare che nel contesto della manutenzione edilizia, le uniche applicazioni esistenti della tecnologia, sono riferite alla manutenzione di electronic devices all'interno dell'edificio e quindi l'uso degli RFid è per il momento limitato alla sola gestione degli impianti e dei componenti meccanici.

È' proprio per questo dunque che si apre la sfida e si vuole ardentemente capire se e come poter usare tale tecnologia, che sta spopolando in tanti altri campi, nell'edilizia. Cosa si sa invece delle possibili applicazioni della tecnologia nel property e facility management? Come possono gli edifici e i loro componenti comunicarci il loro stato e aiutarci nella loro gestione e manutenzione?

È stato già sperimentato e dimostrato che, la tecnologia RFID, attualmente presente nel mercato, funziona molto bene nel contesto dell'edificio, in cui sono presenti molti oggetti metallici, senza determinare particolari ostruzioni tra il tag e il suo lettore e può pertanto essere efficientemente adoperata. Tale importante obiettivo è stato raggiunto da Esin Ergen, Burku Akinci, Bill East e Jeff Kirby come raccontato nell'articolo pubblicato nel Febbraio del 2007 all'interno del Journal of Computing in Civil Engineer, ASCE.

Tale tecnologia inoltre, è stata già studiata nel 2009 da Chien-Ho ko, in Taiwan. Nell'articolo intitolato *RFID-based building maintenance system,* l'autore infatti presenta proprio la creazione di un sistema simile a quello oggetto del lavoro di tesi.
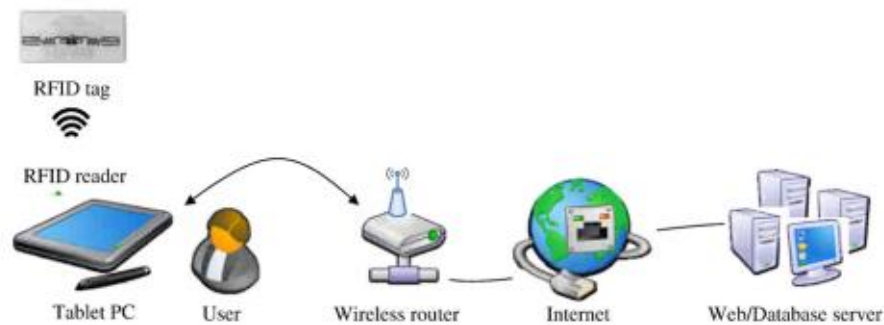
Figura 18 Architettura del sistema di Chen-ho Ko[Chen-ho Ko 2010]

In questa sperimentazione, seppure è stato sviluppato un sistema di manutenzione simile a quello proposto nel seguente lavoro , fu applicato solo alle apparecchiature elettroniche presenti nei laboratori di un test center in Tapei City, riscontrando moltissimi vantaggi sulla efficacia ed efficienza della gestione della manutenzione e sulla flessibilità operativa del personale.

Localizzazione degli estintori in un edificio, Canada, Advanced Engineering Informatics.

Un'altra applicazione in ambito edilizio-manutentivo, che compare nell'articolo di *Advanced Engineering Informatics* del 2013, tratta l'argomento dell'uso della tecnologia RFID per la localizzazione degli asset all'interno del edificio durante le operazioni di Facility. Ali Motamedi, Mohammad Mostafa Soltani e Amin Hammadc, nell'articolo intitolato *Localization of RFID-equipped assets during the operation phase of* facilities, raccontano la loro sperimentazione, avvenuta in Canada, circa l'uso dei tag per la manutenzione e la localizzazione rapida degli estintori all'interno di un edificio. Il sistema consente di scannerizzare velocemente tutti gli estintori presenti nel edificio, grazie alla lettura a lungo raggio dell'RFID, e visualizzare in tempo reale, su una pianta del piano interessato, dove l'elemento è precisamente localizzato e leggere le informazioni immagazzinate nei tags. Nel caso in cui si lavori con più elementi, questi compaiono in pianta con diverse colorazioni per renderli facilmente riconoscibili e possono essere elementi mobili o fissi.

RFID nella gestione delle Sale Conferenze, Fraunhofer Institute Magazine.

Il Fraunhofer Institute è stato uno dei primi istituti di ricerca ad impegnare numerosissime risorse in tale direzione. In una pubblicazione del 2007 del loro Magazine, intitolata *The digital Edificio Security starts at the door,* si parla delle diverse metodologie possibili per utilizzare i tag RFID nella gestione delle sale conferenze e organizzazione di catering; nella gestione dei componenti all'interno dell'edificio, connettendo i tag anche a sensori di temperatura e umidità etc; e ancora, per monitorare le facilities tecniche dell'edificio, per aiutare gli ospiti di un albergo a trovare la loro via, per controllare il flusso di bagagli e persone negli aeroporti, per consentire un uso più efficiente delle risorse negli ospedali. Tutte questa attività sono realizzabili con il sistema facilityboss, presentato in tale articolo, che assieme con gli RFID rende possibile, come dimostrato in due esempi pratici, l'esecuzione di tutte le sopracitate attività.

Queste sperimentazioni rappresentano l'unico background esistente sul tema RFID connesso alla manutenzione del edificio, segnalandoci così quanto poco esplorato sia ancora tale tema.

Ma la ricerca sull'uso degli RFID nell'ambito edilizio, seppure in altri contesti, è attiva e dimostra che l'industria delle costruzioni sta tentando di evolversi, e molte aziende e realtà del settore inoltre stanno oggi impegnando le loro risorse in tale direzione. Sono disponibili pertanto documentazioni di sperimentazioni effettuate utilizzando tale tecnologia per il gestione dei materiali in cantiere nei processi di ordering, monitoring e planning , come nell'esempio fornito da Z. Ren, C.J. Anumba, e J. Tah in *RFID-facilitated construction materials management (RFID-CMM)*.

Cyber Concrete, Giappone 2007.

Un altro esempio è l'amalgama creata in Giappone, dotata di RFid, che vuole donare memoria alle strutture degli edifici. Il prototipo è stato creato a Tokyo dove, la Sumitomo Osaka Cement e YRP Ubiquitous Networking Lab, hanno sviluppato questo nuovo tipo di calcestruzzo che permette l'integrazione nell'amalgama di tag RFID. L'obiettivo è quello di dotare di "memoria" le costruzioni civili, in modo che durante le fasi di controllo, nel tempo, sia possibile risalire alla data di realizzazione, ai metodi utilizzati, alla qualità dei materiali e alla loro resistenza. Una serie di dati da archiviare nelle capienti memorie degli *ucode* tag della YRP, specializzata appunto in Ubiquitous Networking. I team di sviluppo di entrambe le società giapponesi hanno dovuto confrontarsi con non poche difficoltà: un amalgama di calcestruzzo che permettesse il passaggio del segnale wireless, un rivestimento dei tag adeguato, una capacità di memoria degli *ucode* superiore alla norma, reader sufficientemente potenti etc. Ebbene, la produzione è già iniziata dal 2007. Il cyber-calcestruzzo potrebbe teoricamente spingere l'ingegneria civile verso nuove frontiere costruttive, ma almeno per ora le applicazioni più credibili riguardano la sicurezza e i controlli. Bisogna infatti considerare che negli ultimi tempi in Giappone, come in Europa e nel resto del mondo, l'attenzione nei confronti della sicurezza strutturale degli edifici è aumentata vertiginosamente a causa non solo delle numerose calamità naturali ed eventi sismici che hanno portato attenzione sul tema, ma anche per i numerosi scandali che hanno coinvolto alcune aziende costruttrici, che certificano come anti-sismici edifici che invece hanno soluzioni strutturali di bassa qualità e pericolose.

Comune di Agropoli, The Bitz Loft

Presentata dalla rivista online The Bitz Loft, al fine di questa ricerca, il sistema implementato nel comune di Agropoli per la manutenzione e il decoro di parchi, aiuole pubbliche e giardini comunali. Il servizio fornito, prevede la distribuzione di 600 tag RFid e di 30 lettori consegnati agli operatori ambientali a cui è stata fatta una attività di formazione previa. I tag con rivestimento in pvc adesivo, sono stati collocati sia sugli alberi che su pali segnaletici e, in generale, su tutti quegli elementi che fanno parte dell'attrezzistica pubblica urbana. Grazie alla radiofrequenza è possibile registrare e georeferenziare il dettaglio dell'intervento effettuato. Le informazioni messe a sistema riguardano però solo data, ora, durata e personale impiegato e rese disponibili successivamente su un portale e attraverso anche il sito del comune di Agropoli. Collegando il sistema a Google Maps è inoltre possibile visualizzare le mappe geosatellitari con icone a forma di semaforo la cui colorazione indica lo stato manutentivo del luogo e una nuvoletta comunica le attività svolte e da svolgere nel luogo, affinché la

cittadinanza sia a conoscenza dei singoli interventi e possa lasciare feedback valutativi sul lavoro svolto.

Comune di Boppard, Germania.

Con l'obiettivo di ridurre i costi di manutenzione della struttura sul lungo periodo, la città di Boppard, in Germania, ha installato un sistema di monitoraggio dell'integrità strutturale basato su tecnologia RFID nel parcheggio sotterraneo situato presso il municipio. Altre strutture analoghe hanno infatti subito danni principalmente a causa del sale sciolto nella neve o portato dalle macchine che usufruiscono della struttura in inverno. Il sistema, chiamato 'CorroDec' e sviluppato dalla società di ingegneria tedesca Selfsan Consult, utilizza tag RFID passivi dotati di sensori per la rilevazione di umidità e corrosione. L'applicazione utilizza un reader portatile, fornito da AEG ID, e tag passivi a 125 kHz posizionati in alcuni punti strategici all'interno della struttura.Nello specifico caso, visto il budget limitato della città, è stato impiegato un set iniziale di 16 sensori, posizionati vicino agli stalli di sosta presso l'entrata, che sono i più utilizzati, e al sistema di drenaggio del tetto. Il parcheggio ha infatti una copertura sulla quale è stata installata un'area verde e, se il sistema di drenaggio dovesse rovinarsi, l'accumulo di acqua potrebbe danneggiare anche gravemente la struttura, soprattutto in inverno quando vi è rischio che l'acqua congeli. La possibilità di individuare tempestivamente eventuali problemi ed intervenire prima che vi siano danni alla struttura, in particolar modo all'acciaio del cemento armato, permetterà di ridurre i costi di intervento legati a riparazioni strutturali che, se non tempestivamente eseguite, comportano costi ingenti oltre che rischi per gli utenti.

Metropolitana di Londra, CERPI.

Per aumentare la sicurezza della mobilità all'interno dell'affollata metropolitana, è stata applicata tale tecnologia per le scale mobili della metropolitana di Londra. Cerpi, Centro di ricerca delle Politiche per l'Innovazione, presenta l'applicazione della tecnologia a Londra, dove l'identificazione a radio frequenze è stata impiegata per monitorare la manutenzione delle scale mobili utilizzate dai passeggeri della metropolitana. La prima applicazione è stata completata alla fine del 2010; circa 30.000 tag applicati ai gradini di 200 scale mobili. Le scale mobili della Metro di Londra trasportano più di 3 milioni di passeggeri al giorno da una strada ad un binario e viceversa. Se una scala mobile in esecuzione si blocca improvvisamente durante l'ora di punta, quelli che si trovano sopra, rischiano di rimanere gravemente feriti dalla folla. L'applicazione consente di migliorare la sicurezza della scala mobile tramite un più efficiente processo di manutenzione. Prima dell'implementazione degli RFID, i lavoratori dovevano individuare visivamente un gradino attraverso la lettura del numero ID prima di eseguire i controlli di sicurezza richiesti annualmente o rimuovere il gradino della scala mobile per la manutenzione. Per farlo, dovevano bloccare una scala mobile, poi leggere il numero scritto su un'etichetta metallica appesa ad ogni singolo gradino, fino a sostituire la cinghia che muove insieme i gradini. Necessariamente queste operazioni dovevano esser svolte nelle ore di blocco della metropolitana con il conseguente aumento dei salari degli operatori costretti a lavorare di notte. Per affrontare la necessità di una più veloce, più precisa e più efficiente manutenzione, la metropolitana di Londra ha deciso di utilizzare la tecnologia RFID.

Construction at the UCSF Medical Center at Mission Bay , San Francisco, California, RFID Journal.

Un altro ambito di utilizzo nei cantieri è quello dell'accesso sicuro alle aree pericolose. Il lavoratore, prima di arrivare sul cantiere per la prima volta è fornito di una ID Card con

foto, con al suo interno un tag codificato con un ID unico e altri dettagli come, il nome del lavoratore,città di provenienza, ruolo e protocollo di training level. Quindi il lavoratore è obbligato a scannerizzare il suo pass tutte le volte che deve accedere al cantiere o ad una area di lavoro pericolosa potrà così accedervi solo chi ne ha il diritto e tale lavoratore verrà monitorato sempre e il suo tag letto da tutti i reader presenti nel sito in modo da aver sempre chiari i movimenti dello stesso sul sito. Se il soggetto entra in una zona in cui non è autorizzato, una e-mail avverte il site manager che potrà quindi informare il lavoratore che si trova in una zona non autorizzata. Con tale sistema, afferma Osman Chao, l'azienda può anche utilizzare i dati delle zone per capire se il lavoro sta procedendo on time o in ritardo.

Considerando dunque lo stato dell'arte attuale, l'obiettivo, come visto in questi ultimi casi del comune di Agropoli o di Malpensa etc., è quello di gestire i servizi pubblici in maniera efficiente, prerogativa per una buona amministrazione e la manutenzione di un grande sistema edificio come un aeroporto rapidamente ed efficientemente. Adesso dunque la domanda che ci si pone è perché non usare un sistema simile per gestire i patrimoni immobiliari? Come usare la tecnologia per migliorare la Customer Satisfaction negli edifici da gestire? Come implementare un sistema che utilizzi gli RFid per rendere efficaci ed efficienti gli interventi di manutenzione nei nostri edifici? Come rendere i componenti e gli elementi degli edifici "parlanti" e in grado di comunicare, e immagazzinare allo stesso tempo, informazioni utili all'organizzazione delle attività manutentive? Come rendere meno onerose in termini di tempo e denaro le attività di Censimento e Due Diligence assicurando all'immobile un patrimonio di informazioni chiaro, intuitivo e sicuro?Come è possibile utilizzare una tecnologia di questo tipo , non solo per componenti meccanici del edificio, seppure i più importanti, ma anche per i componenti statici come porte, pareti etc.? Cercheremo in tale dissertazione di rispondere a queste domande.

2.3 LA TECNOLOGIA RFID

Il sistema RFid si compone di 3 elementi fondamentali:

1. Tag: un trasnponder a radiofrequenza di piccole dimensioni costituito da un circuito integrato (chip) con funzioni di semplice logica di controllo, dotato di memoria, connesso ad un'antenna ed inserito in un contenitore o incorporato in una etichetta di carta, una Smart Card, una chiave. Il Tag permette la trasmissione di dati a corto raggio senza contatto fisico. Salvo eccezioni, i dati contenuti nella memoria del Tag sono limitati ad un codice univoco (identificativo).
2. Reader: un ricetrasmettitore controllato da un microprocessore ed usato per interrogare e ricevere le informazioni in risposta dai TAG.
3. Sistemi di Gestione: un sistema informativo che, quando esiste, è connesso in rete con i reader. Tale sistema consente, a partire dai codici identificativi proveniente dai Tag, di ricavare tutte le informazioni disponibili associate agli oggetti e di gestire tali informazioni per gli scopi dell'applicazione.
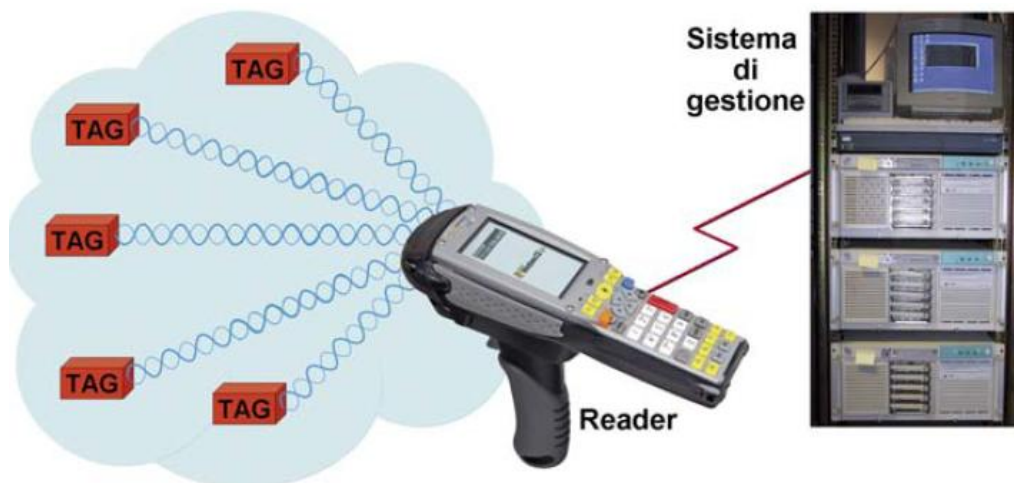
Figura 19 Schema di Funzionamento Sistema RFID[F.Musiari, U.Montanari].

2.3.1 TAG, READER E FREQUENZE DI COMUNICAZIONE

Il tag RFid è un trasponder che può assumere i formati più vari, come varie specifiche tecniche, offrendo un grande margine per la scelta adatta ad un determinato caso.

Innanzitutto, il suo formato può assumere forme di cartellini, porta chiavi, polsiere, etichette fino a raggiungere la taglia di oggetti piccoli come chicchi di riso.

Oltre alla grande varietà di formati, esiste anche una grande gamma di scelta tecnica. Ci sono infatti, tag attivi, passivi, semi-attivi e semi-passivi. Queste diverse tipologie sono definite dalla tipologia di alimentazione elettrica che il tag usa per inviare la sua onda.

- **Tag Passivi:** ricavano l'energia per il funzionamento del segnale proveniente dal Reader; non possiedono un vero e proprio trasmettitore, ma re irradiano, modulandolo, il segnale tramsesso dal reader e riflesso dalla propria antenna. Le distanze a cui possono operare sono, al massimo, dell'ordine di alcuni metri o di alcuni centimetri a seconda della frequenza operativa.

- **Tag Attivi:** alimentati da batterie. Incorporano ricevitore e trasmettitore come i reader. Possiedono memorie di dimensioni notevoli, spesso riscrivibili e possono contenere sensori. Le distanze a cui possono operare dipendono da trasmettitore e batterie, in genere sono, al massimo, dell'ordine di 200 metri.

- **Battery-Assisted Passive (BAP)Tag:** usano una fonte di energia per alimentare solo alcuni componenti dei Tag e vengono anche classificati come:
    - **Semi-passivi:** dotati di batteria usata solo per alimentare il microchip o aqpparati ausiliari (sensori), ma non per alimentare un trasmettitore in quanto in trasmissione si comportano come tag passivi. Le distanze a cui possono operare sono, al massimo, dell'ordine di qualche decina di metri.
    - **Semi-attivi:** definizione di uso incerto e spesso confusa con quella dei semi passivi. Propriamente dovrebbe indicare Tag dotati di batteria utilizzata per alimentare chip e trasmettitore. Per motivi di risparmio energetico però, il Tag è normalmente disattivato. L'attivazione si ottiene

tramite ricevitore che opera con la tecnologia dei Tag passivi. In assenza di interrogazioni il Tag può quindi operare per tempi molto lunghi.

I Tag passivi sono tipicamente dispositivi dal basso costo e piccole dimensioni che consentono di realizzare numerosi tipi di applicazioni.

I tag inoltre possono essere di tipo read-only o read-writable. Questi ultimi consentono, durante il loro uso, oltre alla lettura, anche la modifica o la riscrittura dell'informazioni in essi memorizzata.

I tag passivi non possono iniziare la comunicazione, ma possono solo essere interrogati. I Tag attivi e semi passivi, oltre alla maggior quantità di memoria ed alla funzione di riscrivibilità della stessa, l'evoluzione tecnologica ha consentito di aggiungere, in alcuni casi, funzioni che superano di gran lunga la pura identificazione. Si ricordano, ad esempio, le funzioni di radiolocalizzazione o la misura di parametri ambientali attraverso sensori(temperatura, movimento, umidità, ecc.). La differenza tra i due tipi non è tanto nelle funzioni di memoria o negli eventuali sensori,quando nel fatto he i Tag attivi sono dei veri e propri apparati ricetrasmittenti, mentre i Tag semi-passivi sfruttano la tecnologia di trasmissione dei tag passivi e pertanto necessitano di risorse di alimentazione modeste e possono essere solo interrogati.

Nei sistemi Rfid i Tag sono spesso associati a degli oggetti. Quando il Tag passa attraverso il campo elettromagnetico generato da un reader, trasmette a quest'ultimo le proprie informazioni. Tipicamente un Tag passivo che riceve il segnale da un reader usa l'energia del segnale medesimo per alimentare i propri circuiti interni e , di conseguenza, "svegliare" le proprie funzioni. Una volta che il Tag ha decodificato come corretto il segnale del Reader, gli risponde riflettendo, mediante la sua antenna, e modulando il campo emesso dal reader.

Tutte le informazioni che il Tag trasmette al reader sono contenute in una certa quantità di memoria che ognuno di essi contiene al suo interno. Tali informazioni sono relative all'oggetto interrogato e sono solitamente di quantità modesta (centinaia di Byte o, al massimo, qualche Kbyte)[26].

Uno dei vantaggi degli RFID è la abilità di lasciar entrare ed uscire i dati, in qualsiasi momento, durante il ciclo di vita del tag. Un altro vantaggio è la capacità di immagazzinamento relativamente grande, solitamente maggiore di 32KB per tag attivi. È possibile anche avere una password opzionale per prevenire l'accesso non autorizzato e, a differenza dei normali codici a barre, possono resistere alle condizioni più ardue. L'unico problema è che richiedono un management della batteria, che normalmente dura dai 5-10 anni. In più, gli RFID attivi, hanno un costo più elevato rispetto ad un normale bar code. Ad ogni modo, essendo una tecnologia in sviluppo, i nuovi sistemi RFID consentono di avere costi decrescenti e capacità di immagazzinamento di informazionisempre più ampie.

Il Reader

Chiamati anche "interrogator" o "controller" se distinti dalle loro antenne, sono gli elementi che nei sistemi RFID, consentono di assumere le informazioni contenute nel Tag. Si tratta di un vero e proprio ricetrasmettitore, governato da un sistema di controllo e spesso connesso in rete con sistemi informatici di gestione per poter ricavare informazioni fall'identificativo trasmesso dai tag. Questo, specie nei tag passivi, è un semplice codice

che ha però la particolarità di essere univoco. Quindi, entrando in un sistema informativo, e usando un codice univoco come chiave di ricerca, si possono ricavare dettagliate informazioni sul particolare oggetto a cui il tag è associato.

I reader per i Tag attivi sono dei ricetrasmettitori controllati, che possono usare le più diverse tecniche a radiofrequenza. I Tag attivi, ad oggi, sono solo in piccola parte coperti da standard specifici. I reader per Tag passivi (e semi passivi), invece, devono emettere segnali di tipo RF, in grado di fornire al tag anche l'energia necessaria per la risposta.

La comunicazione e il trasferimento dati utilizzato nei sistemi RFID può essere molto diversa, dalla lettura a pochi centimetri di distanza di Tag passivi, fino a prevedere letture di Tag attivi a distanza di parecchie centinaia di metri. Esistono, inoltre, reader fissi e reader portatili. I primi, ad oggi, rappresentano più dell'80% del totale a livello mondiale.
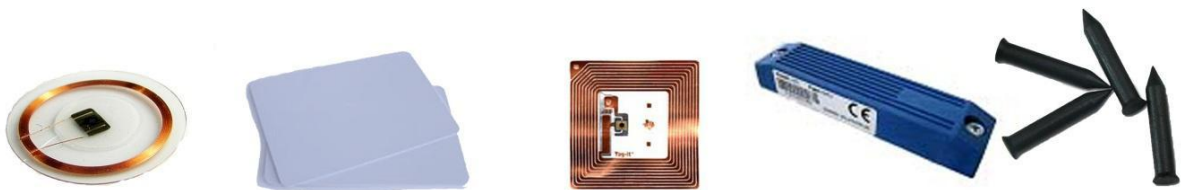
Figura 20 Vari formati di tag [L.martins 2011]

Frequenze di comunicazione

Le frequenze di comunicazione tra Reader e TAG dipendono sia dalla natura del TAG, sia dalle applicazioni previste e sono regolate (per controllare le emissioni di potenza e prevenire interferenze) dai consueti organismi internazionali e nazionali. La regolamentazione, però, è divisa in regioni geografiche con normazione diversa da regione a regione, che comporta spesso incompatibilità quando gli RFID viaggiano insieme alle merci alle quali sono associati. Le porzioni di bande di frequenze più comunemente usate nella tecnologia RFID sono:

• In banda LF (Low Frequencies) ed in particolare la sottobanda 120÷145 kHz. Si trova nella parte più bassa dello spettro RF, è storicamente la prima frequenza utilizzata per l'identificazione automatica e, ancora oggi, continua ad avere una presenza significativa nel mercato.

• In banda HF (High Frequencies) ed in particolare la sottobanda centra tata su 13,56 MHz. È considerata la banda di frequenze "universale", usabile in tutto il mondo; questo ne ha fatto la banda più diffusa fino ad oggi. • In banda UHF (Ultra High Frequencies), nella zona media, le sottobande 865 ÷ 870 MHz in Europa – 902÷928 MHz in USA – 950 MHz in Asia . È la "nuova banda" per gli RFID per la logistica e la gestione dei singoli oggetti, con distanze operative (cfr. § III.3.2.2) significativamente maggiori di quanto non sia consentito da LF ed HF. Purtroppo la banda non è assegnata in modo uniforme nelle varie nazioni.

• In banda UHF, nella zona alta, la sottobanda centrata su 2,4 GHz. Con caratteristiche simili all'UHF, permette una ulteriore miniaturizzazione del TAG. Si tratta, però, di una banda molto affollata da altre tecnologie (WiFi, Bluetooth, ZigBee), con le quali è necessario convivere. Tuttavia, al di fuori dell'Europa, vengono usati, su questa banda sia TAG passivi che attivi, a standard ISO 18000-4.

Per le bande di frequenza, specie per quelle UHF di uso più recente,le allocazioni sono differenti da regione a regione, anche se gli standard garantiscono l'interoperabilità. La scelta della frequenza di lavoro influisce sulla distanza (range) di operatività del sistema, sulle interferenze con altri sistemi radio, sulla velocità di trasferimento dei dati e sulle dimensioni dell'antenna. I sistemi che usano frequenze più basse sono spesso basati su TAG passivi e sono in grado di trasmettere dati a distanze massime dell'ordine del metro e mezzo. Nei sistemi a frequenze più elevate, invece, oltre ai TAG passivi (con limitazioni a pochi metri delle distanze operative) sono diffusi TAG attivi che possiedono distanze operative maggiori. Per sistemi a frequenza più alta, la velocità di trasferimento dati è generalmente maggiore mentre la dimensione delle antenne si riduce. Questo consente di costruire TAG più piccoli.

2.3.2 CICLO DI VITA, COSTI INDUSTRIALI DEI TAG e STANDARDS

L'aspetto più interessante è che spesso la vita utile dei tag supera spesso, e di gran lunga, quella degli oggetti ai quali sono associati. Specie i tag passivi non necessitando di batterie, hanno aspettativa di vita teoricamente infinita. Ciò significa che è possibile interrogare tali dispositivi a lungo, anche dopo la rottamazione degli oggetti su cui sono applicati.

Il costo dei TAG passivi è ritenuto il principale fattore abilitante per una diffusione massiva della tecnologia RFID nella catena di distribuzione. Per quanto riguarda i costi "minimi" (etichette in pakage a basso costo ed in produzione massiva) un traguardo (da tempo citato come un mito) è considerato il raggiungimento del costo di 5 cent/TAG per le "etichette intelligenti" da applicare ai singoli oggetti. Nella realtà, un'analisi dei costi dei TAG [46] porta a quanto illustrato in Figura 4.1 in cui il grafico illustra una previsione sul costo dei TAG passivi a basso costo ("etichette intelligenti") nei prossimi anni.
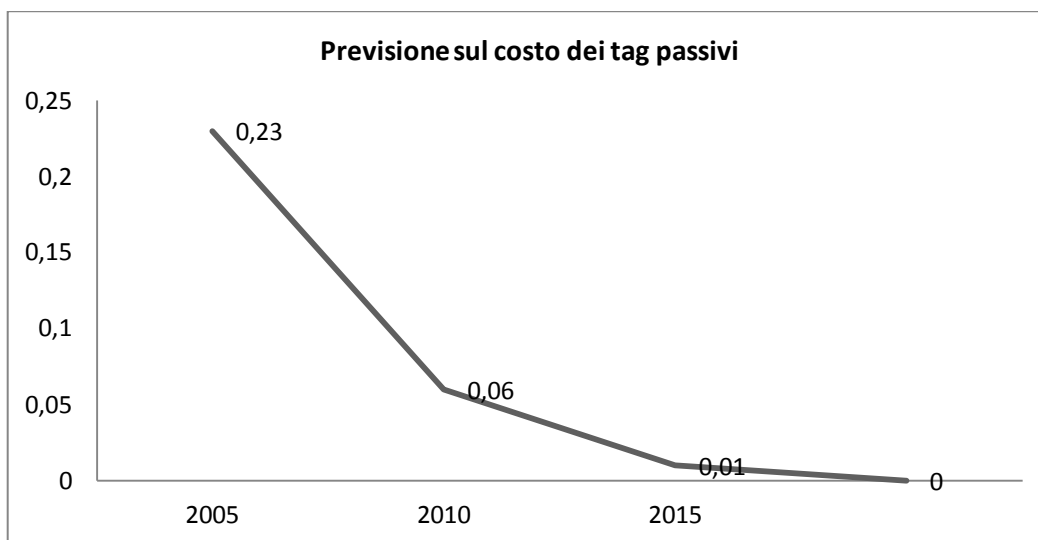
Figura 21 Previsione costo dei Tag passivi dal 2005-2015. Valori espressi in €.[F.Musiari, U.Montanari]

Poiché tale sistema è coinvolto in diverse imprese in varie frequenze di operazione, sorge la necessità di creare protocolli e norme affinché, in un certo modo, le varie soluzioni

siano tra loro compatibili. Per il funzionamento globalizzato di questi sistemi fu necessaria la creazione di protocolli di comunicazione relazionati con le frequenze di operazione, quindi furono create dalla Organizzazione Internazionale di Normalizzazione le seguenti norme:

- 18000–1: Parametri generici per l'area di interfaccia delle frequenze globalmente accettabili
- 18000–2: bande di frequenza di 135 KHz.
- 18000–3: bande di frequenza di 13.56 MHz.
- 18000–4: bande di frequenza di 2.45 GHz.
- 18000–5: bande di frequenza di 5.8 GHz.
- 18000–6: bande di fre quenza di 860 MHz até 930 MHz.
- 18000–7: bande di frequenza di 433.92 MHz.

Esistono anche norme ISO che regolano alcune delle applicazioni di questa tecnologia, come nel caso delle:

ISO 7816	IC Cards with contacts	_
ISO 10536	Close coupling cards	WG 4
ISO 14443	Proximity Cards	WG 8/TF 1
ISO 15693	Vicinity Cards	WG 8/TF 2
ISO 10373	Test methods	WG 1/8
ISO 11784	Code Structure and Technical Concept	TC 23/WG 19
ISO 14223	Advanced Transponders	TC 23/WG 19
ISO 10374	Freight containers	TC 104
ISO 15960	Application requirements transaction message profiles	WG 2/4
ISO 15961	RFID for item management, data objects	WG 2/4
ISO 15962	RFID for item management, data notation	WG 2/4
ISO 15963	Unique Identification of RF Tag Registration	WG 2/4

ISO 18000	Air interface standards	WG 4/SG 3

Tabella 6 Principali standard RFID[Mondo RFID]

Più tardi fu creata dalla EPC Global la norma UHF EPC gen 2. Questa norma fu creata per facilitare l'uso del codice elettronico del Prodotto (EPC- Electronic Product Code) che permette l'identificazione di oggetti unici. Una struttura di rete EPC è caratterizzata essenzialmente da 5 elementi:

- Numero EPC: identificatore globale e unico, che serve per realizzare interrogazioni sull'oggetto che identifica.
- Etichetta EPC(tag) : portatrice di dati (EPC) che comunica al lettore per RF. Costituita da memoria, microprocessore e antenna.
- Reader/Lettore: dispositivo che cattura i dati; portatile o fisso che, si connette ad una rete.
- EPC software: software che controlla i lettori. Può funzionare con un deposito locale di numeri e informazioni associate agli EPC.
- ONS(Object Name Service): risorsa condivisa che possiede informazioni associate al numero EPC.
- EPCIS (EPC Informazioni Service): Servizio di informazioni degli EPC che contiene tutti i dati relativi a un EPC.

Capitolo 3

SISTEMA DI MANUTENZIONE DEGLI EDIFICI CON SUPPORTI RFID

3.1 PROPRIETA' DEL SISTEMA

Il sistema RFID applicabile alla manutenzione degli edifici ideale vuole che tutti i gli elementi che subiscono manutenzione in un edificio contengano un sistema di identificazione automatica che permetta di essere letto a distanza. Ciò si applica agli elementi strutturali prefabbricati, così come a tutti gli elementi strutturali in opera.

Tali elementi costruttivi possono anche avere un monitoraggio di informazioni rilevanti circa la vita dell'elemento o la necessità di manutenzione, come circa l'umidità, rilevamento di fessure, temperature, livelli di utilizzo etc. Gli elementi non strutturali, come porte, sistemi elettrici e meccanici, installazioni sanitarie e sistemi AVAC, hanno allo stesso modo sistemi di identificazione a distanza, così come sistemi di monitoraggio di proprietà che interferiscono nella manutenzione e performance degli stessi, così come umidità nei sistemi sanitari, vibrazioni nei sistemi meccanici, livelli di utilizzo per le porte etc. Per tutti gli elementi, oltre alla loro identificazione meccanica, devono essere associate una serie di informazioni fisse, come i dati circa il fabbricante, squadra di montaggio, garanzia, manuali di manutenzione, con informazioni sulla pulizia, sulle ispezioni, misure proattive, sostituzioni, correzioni e altre informazioni rilevanti.

Oltre alle informazioni fisse, si vuole avere all'interno del sistema un registro di tutte le azioni realizzate con informazioni circa le date, gli stati, l'identificazione di chi ha effettuato l'intervento, eventuali osservazioni ecc. Si vorrebbe inoltre che, con le informazioni sul monitoraggio delle proprietà riferite alla performance e alla manutenzione, gli elementi abbiano la capacità di trasmettere un avviso nel caso in cui i uno dei valori delle proprietà monitorate, raggiunga un livello che necessita di intervento.

Ovviamente questo scenario ottimistico non tiene conto dei costi della tecnologia applicata e del livello tecnologico di cui si dispone attualmente.

La tecnologia RFID è assolutamente la tecnologia che deve essere applicata al sistema, essendo l'unica ad aver la proprietà di poter esser letta a distanza, per mezzo della radiofrequenza e oggi, tale tecnologia, si presenta nel mercato con le caratteristiche idonee affinché tale sistema ideale sia realizzabile. Ci sono tag read/write e con memoria interna, in cui è possibile immagazzinare le informazioni fisse descritte in precedenza o allegare un file di registro di interventi qualora l'elemento sia sottoposto a manutenzione, avendo come limite la memoria del proprio tag. A seconda della potenza dell'antenna e della frequenza del tag, questi sono leggibili a gran distanza. Solitamente, osservando i prodotti esistenti in mercato, maggiore è la frequenza, maggiore è la distanza di lettura/scrittura, senza considerare che diverse frequenze attraversano diversi materiali. I tag inoltre hanno una vita utile molto lunga, come già detto, quasi illimitata o comunque sufficiente e sostenibile nei confronti del progetto dell'autore.

3.1.2 LE PROBLEMATICHE CONNESSE A TALE SISTEMA

Come appena detto in precedenza i tags possono avere ampia memoria interna. Uno dei problemi che si riscontra nell'uso di tale memoria interna del tag per immagazzinare le informazioni e la necessità di standardizzare l'introduzione di tali informazioni affinchè il software possa intendere le informazioni contenute nel tag. Ipotizzando che le diverse imprese fabbricanti possano montare i componenti già con i tag all'interno sarebbe conveniente che tutte le informazioni inserite dai diversi fabbricanti seguano uno schema normalizzato ben preciso.

Oltre ciò, sempre parlando di memoria interna del tag, nel caso di avaria del tag stesso,si potrebbero perdere tutte le informazioni contenute in esso. Tale problema può facilmente essere risolto memorizzando, le stesse informazioni contenute nel tag, anche in un data base informatico, aggiornando le informazioni bilateralmente. Pertanto sarà utilizzato un sistema che appena legge il tag, ottenendo un numero unico di identificazione, che si riferisce ad un unico elemento nel data base, in cui ci sono tutte le informazioni necessarie ed è permesso aggiungere tutta l'informazioni che l'utilizzatore finale necessita.

Un altro problema è legato alle antenne. Dopo il contatto con vari fornitori è emerso che le antenne da utilizzare nel progetto sono quelle con frequenza UHF. Esistono pertanto lettori che possono avere una antenna integrata o che possono essere collegati a più antenne, a seconda delle necessità. Per una questione di mobilità i più adeguati al progetto saranno quelle con antenna integrata per una questione di mobilità e che abbia la possibilità di trasferire i dati, per mezzo di Wi-fi o Bluetooth, direttamente al data base. La caratteristica fondamentale per il nostro sistema è però la distanza di lettura ed esistono, a tal proposito, antenne con differenti distanze di lettura a seconda della potenza di frequenza dai 3cm ai 10m. Nel modello ideale di sistema prevede la possibilità dell'operatore di entrare in un edificio e a gran distanza poter accedere ai vari elementi EFM. Il problema che si riscontra in tal caso è però di tipo normativo, in quanto esistono norme che limitano l'intensità delle onde e quindi la frequenza delle antenne.

Ultimo problema è quello legato al posizionamento del tag. Se non è possibile utilizzare antenne ad alte frequenze, ciò significa che molto probabilmente sarà necessario utilizzare per il nostro sistema tag leggili a corto raggio. Se così fosse è molto importante definire regole standardizzate per il posizionamento dei tag stessi, affinché la ricerca del tag non sia di impedimento né arrechi danni in termini di tempo agli operatori, che devono spendere parte della loro ispezione a identificare il tag sull'elemento.

Per concludere non si deve tralasciare l'importanza di inserire nel data base informazioni normalizzate e standardizzate. Sarà pertanto necessaria una Normalizzazione da parte della Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, affinché specifichi le informazioni necessarie per ciascun prodotto fabbricato. Queste informazioni saranno presenti così nella memoria del tag dell'elemento e il software addiziona così l'elemento nel suo data base per mezzo della lettura diretta. All'addizionare di un elemento, aumentano anche le informazioni incluse nel manuale di manutenzione, anch'esse nella memoria del tag.

3.2 Il TOOL UTILIZZATO: CMS, CENTRALIZED MAINTENANCE SYSTEM
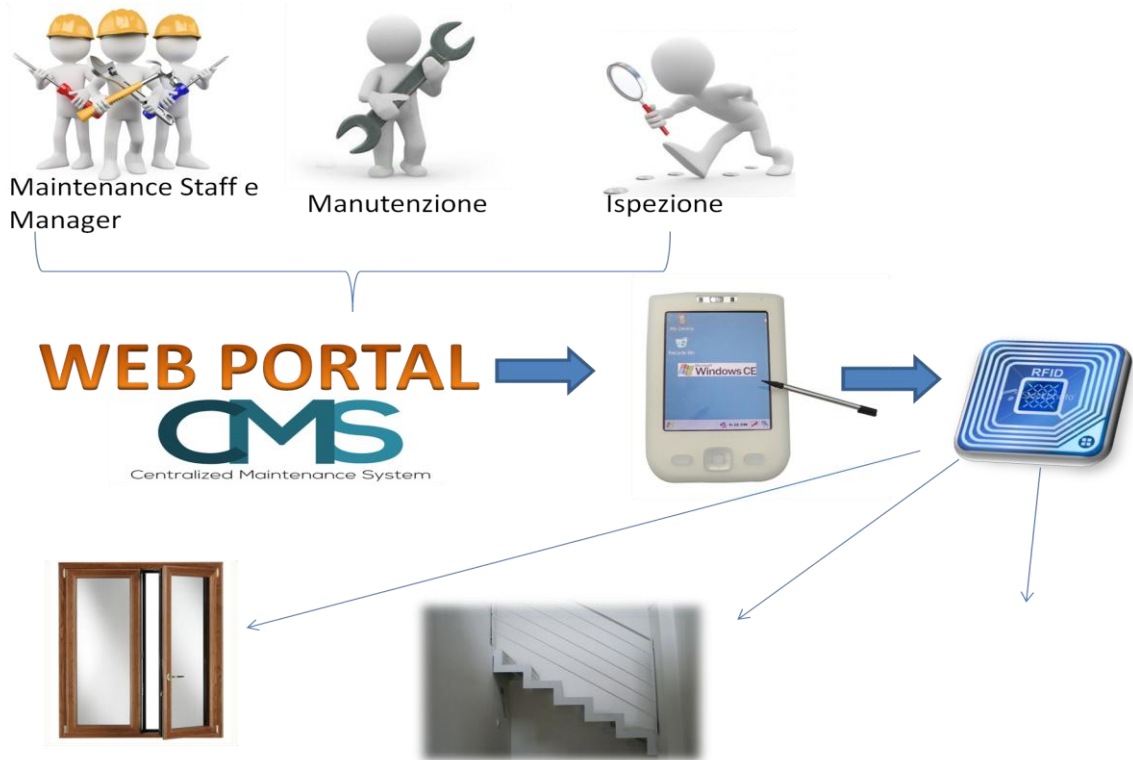
Figura 22 Schema Funzionamento Sistema

Per testare il progetto oggetto della dissertazione ci si avvarrà di un software implementato da un ex alunno della università FEUP di Porto Luis Veiga Martinez nella sua tesi di laurea del 2012, CMS (Centralized Maintenance System). Tale tool lavora per mezzo di interfaccia tra NFC, Online Data Base e una app utilizzabile per mezzo di un normale tablet o cellulare con software Android.

A differenza di quanto prospettato, i tag utilizzati da tale sistema sono gli NFC e non gli Rfid. NFC permette una comunicazione bidirezionale: quando due apparecchi NFC (lo *initiator* e il *target*) vengono accostati entro un raggio di 4 cm, viene creata una rete *peer-to-peer* tra i due ed entrambi possono inviare e ricevere informazioni. Tale scelta è stata dettata da scelte di tipo economico, essendo i tag e i lettori NFC meno costosi, considerando la possibilità di usare un normale smart phone e scaricare la App di riferimento per utilizzare il sistema, e anche per la velocità di trasmissione delle informazioni. L'unica pecca, nel caso specifico di tale lavoro di tesi, è la distanza di lettura di solo 4cm, che risulta limitativa nei confronti di quanto pianificato e pensato. Essi hanno però il grande vantaggio di poter essere letti anche da un normale smartphone, scaricando una semplice applicazione. Gli NFC utilizzati sono passivi, come quelli rappresentati nella seguente immagine, e con una memoria di 1Kb.

Figura 23 NFC

Tale sistema è stato già messo in uso un anno fa, ma solo per la parte riguardante i componenti meccanici del edificio, all'interno del campus FEUP ed è stato anche acquisito e implementato da una azienda portoghese per il management della gestione dei propri impianti, in tutto il Portogallo, con ottimi risultati.

3.2.1 CARATTERISTICHE DEL DATA BASE DEL SOFTWARE

Così come è tutt'oggi utilizzato all'interno del Campus FEUP per la gestione della manutenzione dei componenti meccanici, il cuore del software è rappresentato da un Data Base accessibile Online che contiene essenzialmente il Piano di Manutenzione del Edificio a cui si riferisce ed più precisamente contiene:
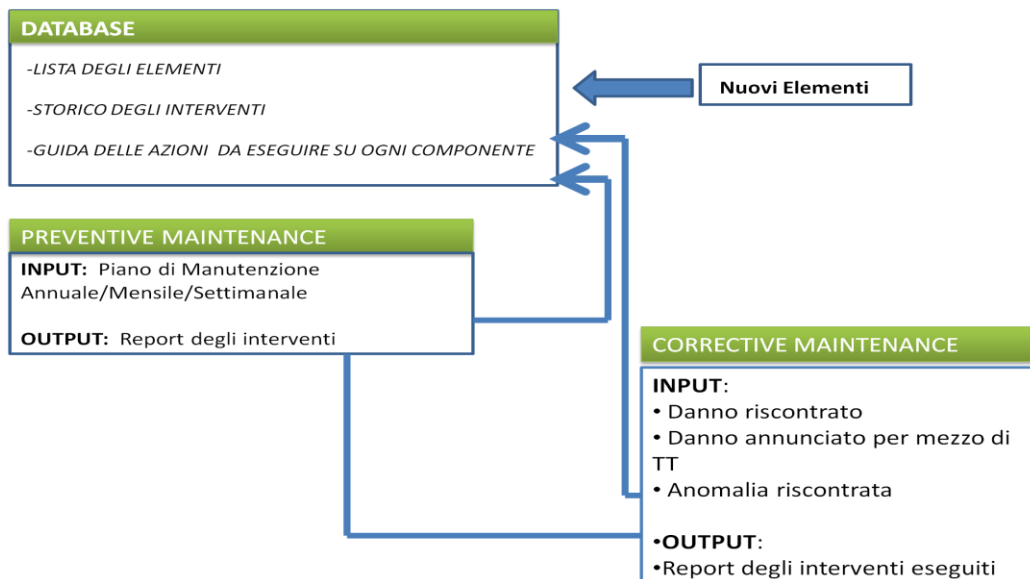
Figura 24 Schema organizzazione informazioni del Data Base

Fig.22 **Lista degli elementi**: lista di tutti gli elementi addizionati al data base a seguito della lettura del loro tag. A ciascuno di questi sono associate le caratteristiche tecniche, il modello, la data di vendita, il prezzo, il codice RFID, la localizzazione e tutte le eventuali Certificazioni e Garanzie.

- Codice RFID: serve ad identificare l'elemento. Tale codice avrà il potere di identificare unicamente un tag e quindi un oggetto, per mezzo del codice contenuto nella memoria stessa del tag.

- Nome dell'elemento: informazione utile all'operatore affinché possa identificare l'elemento, e il codice del tag sia per egli leggibile e comprensibile.

- Data: è un dato che ci informa sull'entrata in servizio dell'elemento. Tale dato risulta utile non solo per interrogare l'operatore, ma anche per i calcoli automatici relativi alla garanzia e utile anche come base per confronti tra periodicità dei processi di manutenzione e calcoli circa la fine della vita utile dell'elemento.

- Localizzazione: è l'informazione comune a tutti gli elementi all'interno della stessa room letti dal reader RFiD. La localizzazione sarà in formato codice di 4 caratteri: il primo per il Contesto Generico, il secondo per il blocco di edifici, il terzo per il piano e il quarto per l'aula.

- Prezzo: informazione che ci dice il prezzo di acquisto dell'elemento. Il costo di alcuni elementi, come una parete o una copertura, può anche non essere specificato, quindi questo campo può anche essere vuoto.

- Garanzia: è un valore numerico negli anni. Collegandolo alla data di vendita è possibile calcolare qual è la data di scadenza della garanzia di ogni elemento.

La classificazione più importante, che racchiude anche tutte le informazioni sopra elencate è la **Categoria**. Gli elementi sono infatti addizionati e classificati nel data base per mezzo di tale informazione. Tutti gli elementi della stessa categoria avranno le stesse **caratteristiche** associate (dimensioni, materiali, fabbricante, prezzo, garanzia,etc..) e anche le stesse **Attività Manutentive**.

E' possibile inserire per ciascuna categoria tutte le caratteristiche che si ritengono utili e fondamentali, attribuendo ad ognuna di esse la tipologia di informazione associata e cioè se si tratta di:

- Testo;
- Numero;
- Catalogo (scelta multipla).

Per ciascun componente di ciascuna categoria sono associate delle attività manutentive suddivise nelle cinque categorie di:

- Ispezione
- Correzione
- Pro Azione
- Sostituzione
- Pulizia.

Per ciascuna di queste tipologie di attività è possibile addizionare una operazione di manutenzione e, per ciascuna di queste, è possibile attribuire:

- un nome;
- una descrizione del procedimento;
- interveniente;
- prezzo;
- elemento della categoria a cui l'attività si riferisce, cioè se a tutti gli elementi della categoria o solo a quelli che hanno una determinata caratteristica;
- Periodicità, fondamentale per il programma per verificare le attività di manutenzione;
- Costo (valore numerico in euro).

Le attività manutentive sono successivamente raggruppate in **Interventi di manutenzione**, gruppi di attività accomunate dalla medesima periodicità o funzione.

La periodicità degli interventi dipende dalla Politica di Manutenzione adottata a secondo dello stress d'uso dell'elemento o dalla criticità dello stesso, come definito nel precedente capitolo.

È molto importante il modo in cui un data base classifica gli elementi che contiene. Questo deve essere un modello logico che consenta al data base di essere letto facilmente e rapidamente.

- **Storico degli interventi:** parte del data base dedicata allo stoccaggio di tutte le informazioni relative alle operazioni eseguite su ciascun componente con la relativa data e descrizione dell'intervento.

Per ogni operazione eseguita su ciascun componente, l'operatore è obbligato a compilare sul suo PAD un report in due differenti modi:

1. Selezionare con un " check" l'attività svolta da una lista di attività tra cui scegliere;
2. Descrizione del lavoro fatto con poche parole ma efficaci per la comprensione.

Ogni report contiene informazioni a riguardo di :

- Responsabilità: tale funzione serve a identificare l'operatore o la ditta responsabile per l'operazione di manutenzione eseguita;
- Procedura: è necessario descrivere come è stata svolta l'attività da parte dell'operatore o della ditta in questione;
- Tipo: indica il tipo di manutenzione eseguita: Pulizia, Pro Azione, Correzione, Sostituzione e ispezione, informazione fondamentale per il programma per sviluppare una Relazione delle Attività eseguite.
- Misure: tutte le misurazioni svolte dall'operatore e i rispettivi risultati utili allo svolgimento dell'ispezione o alla risoluzione del problema devono essere riportati nel report.
- Data: affinché si abbia una statistica degli interventi eseguiti, correttiva e pianificati.
- Osservazioni
- Costo: ha l'obiettivo di dare ad ogni azione di manutenzione eseguita un costo. Tale costo potrà essere consultato dall'operatore o dal gestore, come anche per i processi automatici effettuati dal programma.
- Stato:può contenere 3 valori (Programmato, In esecuzione, Eseguito). Tale definizione indica lo stato attuale del registro. Lo stato "in Esecuzione" è da

attribuire alle azioni di manutenzione molto lunghe, che non si esauriscono in un giorno solo.

La lista delle possibili operazioni da eseguire su un elemento varia dalla categoria e dalle specifiche caratteristiche del componente in questione. Alla fine dell'operazione tutti i report vengono registrati sull'RFD e quindi nel Data Base.
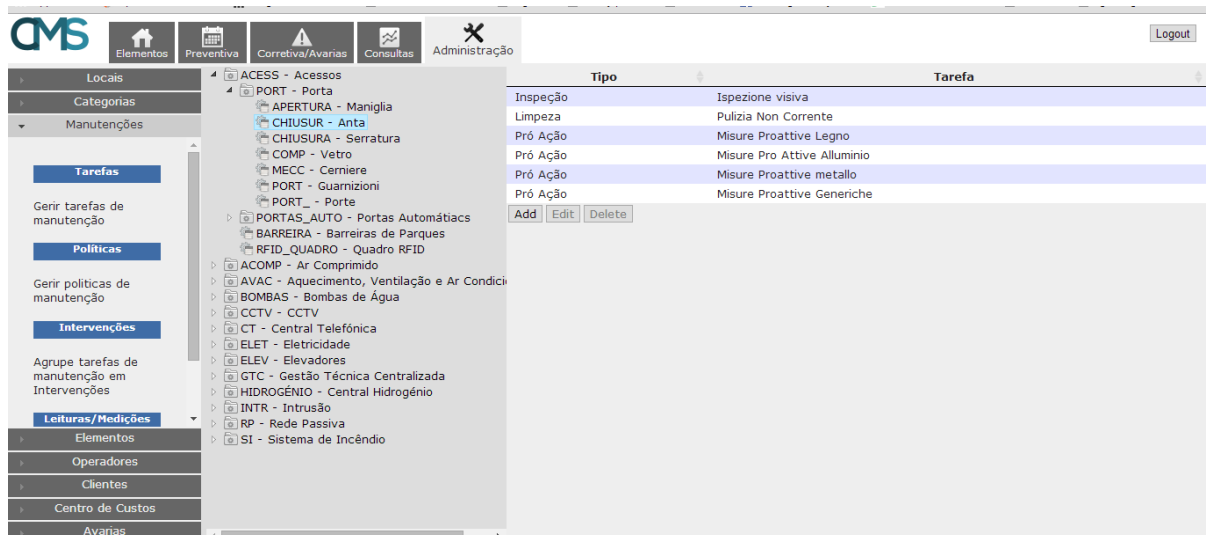
Figura 25 Screenshot Data Base online, attività manutentive.

3.2.2 FUNZIONAMENTO DEL CONGIUNTO CMS- APPLICAZIONE PER PAD.

L'app viene utilizzata solitamente dal manutentore incaricato, o dal *building manager*, che col suo tablet/smartphone legge il tag dell'elemento interessato, lo riconosce, svolge la sua operazione e chiude il ticket aggiornando nuovamente il tag con tutte le nuove informazioni relative alle lavorazioni appena eseguite.

Il Manutentore/ Amministratore per poter ottenere informazioni sul componente o eseguire ispezioni/attività si servirà della App per Android.

Figura 26 Interfaccia principale App

Per entrare nella App si utilizza una chiavetta come quella nella seguente figura, mentre i tag utilizzati sono tag NFC passivi, come quelli rappresentati, con una memoria di 1Kb.

Una volta effettuato l'accesso, è possibile leggere il tag dell'elemento a cui si è interessati , visualizzare i lavori da eseguire, le eventuali avarie riscontrare o aggiungere un nuovo elemento ed associargli un tag e un codice.

Figura 27 Chiave di accesso e tag NFC

Figura 28 Interfaccia dopo log-in

Se si prova a leggere l'EFM su cui si vuole lavorare, semplicemente avvicinando il lettore al tag della Porta che ho già aggiunto a sistema, questo è quello che appare:

Figura 29 Menu dell'elemento

Si ricevono dunque immediate informazionisulla **Localizzazione del componente**(Feup G.1.113) e sulla **Categoria** di appartenenza. Volendo invece conoscere meglio il componente basta accedere alle **Informazionidell'Elemento:**

Figura 30 Informazioni sull'elemento

Alternativamente è possibile vedere le **attività in agenda** e il loro stato o il **registro** che riporta le ispezioni eseguite o delle visite all'elemento:

Figura 31 Registro e Attività da eseguire

All'interno del Registro è possibile visualizzare i **dettagli delle attività già svolte** che riportano le date di inizio e fine intervento, le eventuali osservazioni, chi ha svolto l'intervento con i relativi contatti e la descrizione dello stesso:

Figura 32 Dettagli della Attività in Registro

Infine è possibile registrare/ segnalare una **Avaria** dell'elemento in questione rilevata durante l'ispezione/ esecuzione di un'altra lavorazione o **Attivare una delle Attività** eseguibili sullo stesso ma **non programmate** per quel periodo.
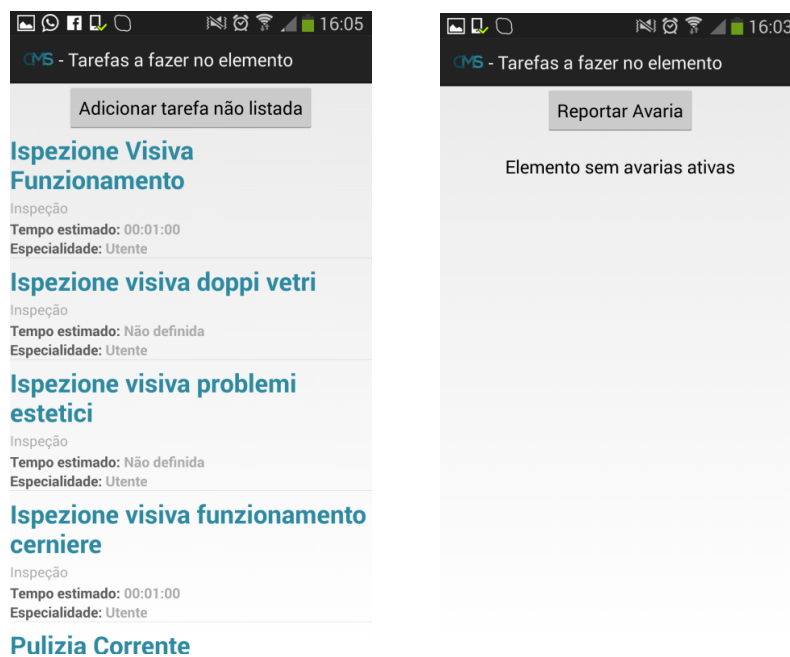
Figura 33 Registro delle avarie e delle attività non programmate

Durante tutte tali operazioni, le informazioni vengono registrate simultaneamente sul tag e nel data base.

Particolare attenzione va dedicata alla Manutenzione Correttvia. Nel caso di guasti riscontrati infatti, il manutentore/gestore deve operare in regime di Manutenzione Correttiva. Le informazioni circa i guasti possono essere ricevute dal sistema informativo in 3 modi diversi;

- Per mezzo del manutentore che incontra il guasto durante l'esecuzione di una ispezione;
- Utente che riscontra un mal funzionamento, o un scostamento dal normale funzionamento del componente (rumori anomali o altri fenomenologie);
- Danno segnalato per via telefonica, e-mail o Trouble Ticket.

Il trouble ticket è un sistema che tutti gli utenti del Campus, che siano impiegati, professori o alunni, possono utilizzare per segnalare problemi, in diversi campi, tra cui quello manutentivo.

Effettuando l'accesso nel sito web del campus, chiunque voglia segnalare un problema, può aprire un ticket e inserirvi tutte le informazioni in possesso utili a definire il problema: Descrizione, User, Contatto, Aula, Priorità (da 1 a 5), osservazioni, documenti in allegato (foto o altri files).

Ogni ticket è inviato al dipartimento di riferimento, precisamente alla persona addetta alla risoluzione di quel tipo di problema. Tale persona può risolvere il problema o inoltrare la segnalazione ad altre persone. E' possibile seguire il processo che il ticket esegue e la sua risoluzione e chiusura.

Anche tali informazioni vengono registrate sul tag del componente e nel data base, con lo scopo di aver traccia e registrare dove si è verificato il problema, perché si è verificato, come è possibile evitarlo in futuro e poter alla fine avere un diagramma di registro di tutti tali avvenimenti e poter migliorare il programma di manutenzione.

E' molto importante notare che , in tal modo, tutti gli operatori e i manager che sono in ufficio possono caricare/scaricare tutte le informazioni contemporaneamente dal loro ufficio, ed essere a conoscenza di quello che succede in tempo reale e risolvere la situazione senza essere necessariamente sul posto.
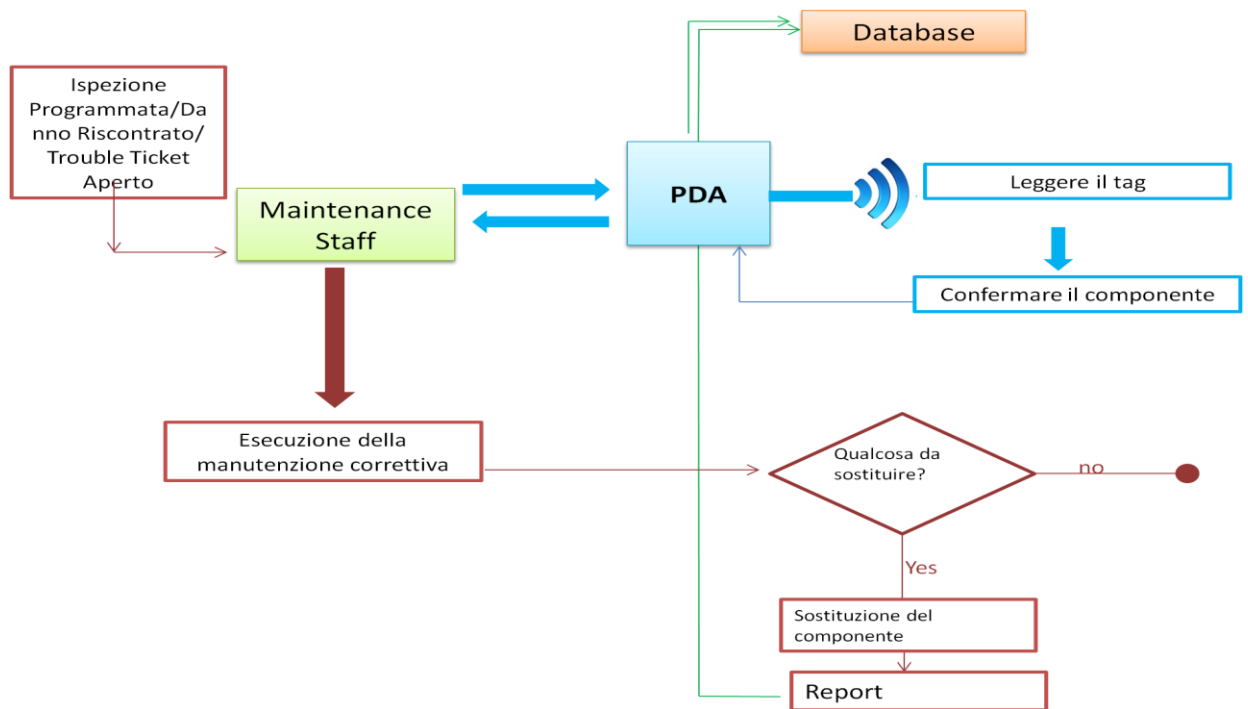
Figura 34 Funzionamento Generico del tool CMS.

Riassumendo, il sistema per mezzo di una App su PAD o Smartphone, di un Data Base online e dei tag NFC permette di eseguire le attivita` manutentive correttive o pianificate, dando la possibilita` al manutentore o al *building manager* che opera sul componente di avere tutte le informazioni che necessita a disposizione e di registrare automaticamente sul tag e nel data base le operazioni eseguite, il modo in cui sono state eseguite, offrendo un report immediato dell`1intervento e garantendo la conservazione di tali informazioni a lungo termine.

Capitolo 4

LA SPERIMENTAZIONE

4.1 OBIETTIVI, METODO E RISULTATI ATTESI

La seguente sperimentazione pratica si pone l'obiettivo di applicare la tecnologia RFID ai componenti edili di un edificio, in particolare agli infissi interni (porte), per valutarne i possibili vantaggi acquisibili nella gestione della manutenzione dello stesso, per mezzo della implementazione di un sistema costituito da un database, una applicazione e uno smartphone/PAD.

Gran parte di tale lavoro pratico è stato svolto dall'autore durante il periodo di tirocinio presso l'Instituto da Construção, a Porto, in Portogallo, durante un periodo di cinque mesi.

Per raggiungere gli obiettivi definiti in tale fase finale di ricerca si sono svolte le seguenti attività:

- Compilazione di un Date Base di componenti edili (porte) ai quali sono state associate tutte le informazioni utili relative alle metodologie manutentive, quindi circa la pulizia, l'ispezione, i metodi correttivi, i metodi proattivi, e le sostituzioni;
- Registrazione nel database di tutte le porte, suddivise per tipologia, inserendo per ciascuna tutte le informazioni riguardanti il componente che si cono considerate necessarie ai fini manutentivi (misure, materiale, tipo di chiusura o accesso etc.);
- Collegamento tra il Data Base e i tag di tipo read/write così da consentire all'operatore un accesso rapido alle informazioni utili relative ad un determinato componente.
- Utilizzo del sistema e monitoraggio;
- Valutazione della funzionalità della tecnologia, definizione dei vantaggi e svantaggi determinati dall'uso della stessa per la gestione della manutenzione degli edifici.

I risultati che si attendono non sono rivoluzionari e sorprendenti, in quanto, dopo una lunga attività di ricerca condotta nella prima fase del lavoro, si sono già percepiti i limiti della tecnologia nei confronti dei componenti edili; ma per mezzo dello svolgimento delle attività sopraelencate ci si aspetta comunque di ottenere un sistema di gestione della manutenzione, che sfrutti la tecnologia RFID, efficiente ed economico, e che possa costituire un valido aiuto, nella gestione della manutenzione degli elementi statici dell'edificio.

4.2 CONTESTO DI SPERIMENTAZIONE

In tale capitolo si presenta e si discute il lavoro centrale della dissertazione. Tale lavoro consiste nel popolamento del data base online del tool utilizzato, e quindi della App, con le informazioni predefinite circa l`EFM Porte e Porte Taglia Fuoco e a proposito della manutenzione di questi, con l'obiettivo di utilizzare il sistema su tale gruppo di componenti presenti in un edificio prescelto, dopo aver applicato su di essi i tag RFID. Lo scopo di tale inserimento di informazioni nel Data Base e' quello di provare, successivamente, ad utilizzare il sistema per tale EFM e cercare di comprendere i vantaggi, le debolezze, le opportunità e i fallimenti che questo presenta in relazione ai componenti statici di un edificio.

Per l'applicazione del lavoro è stato scelto un edificio del Campus FEUP, localizzato in Rua Doutor Roberto Frias s/n, in Porto. L' edificio in questione è il G, in cui si trova il

Dipartimento di Ingegneria Civile che, come tutto il campus, fu costruito e messo in uso nell'anno 2000.
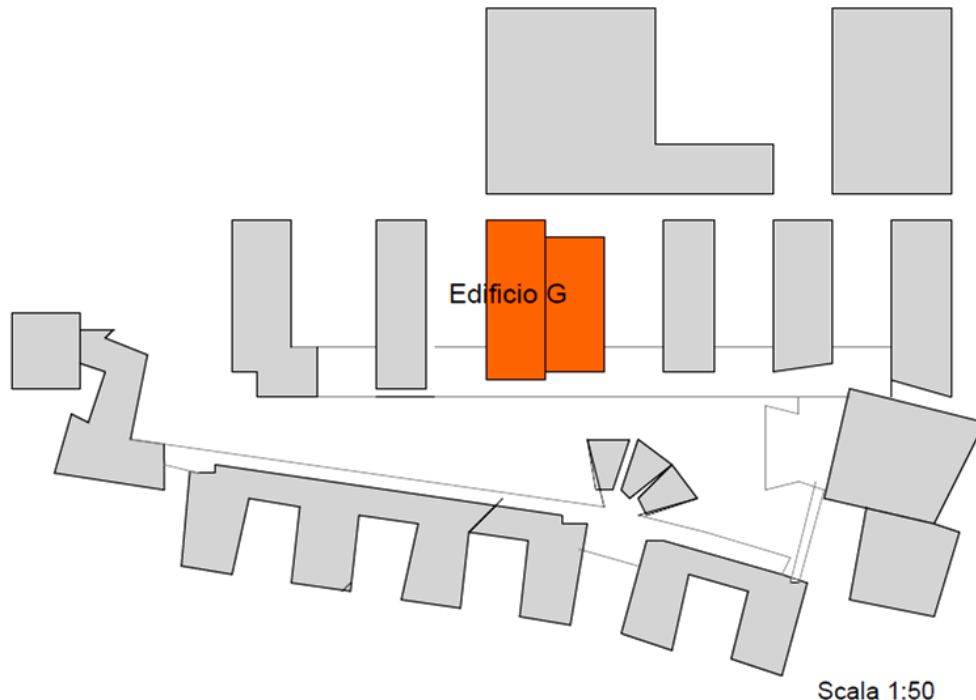
Figura 35 Planimetria Campus Feup

L'edificio è in calcestruzzo armato e presenta le seguenti caratteristiche costruttive:

- Le Fondazioni sono di tipo a pali, lunghe 8-10m, ciascuna composta da un gruppo di tre pali uniti da un plinto e sono localizzate nei punti strategici della struttura dell'edificio.

- Le pareti esterne hanno uno spessore di 30-35cm e sono realizzate in calcestruzzo armato con soluzione tecnologica " a cappotto" con isolamento in poliuretano di 4cm e rivestimento in pietra naturale sulla facciata. Anche le tramezzature interne sono realizzate il cls armato e hanno uno spessore di 20cm.

- Il solaio di copertura è in cls armato e presenta su di esso uno strato di materiale idrorepellente sul quale si stende l'isolamento termico. Su di esso, infine, si trova uno strato di materiale Geotexile usato sia per ridurre la tensione, sia per rendere il tetto calpestabile. L'ultimo strato è costituito da ghiaia di fiume. Internamente, il soffitto, è costituito da controsoffitto in cartongesso, utile per ospitare gli impianti tecnologici come prese elettriche o impianti. Questo garantisce anche un buon isolamento termico sebbene non sia la migliore soluzione per quanto riguarda la propagazione dei suoni.

- Tutti i pavimenti sono realizzati in solaio in cls e rivestimento in Linoleum.

- Le finestre possono essere fisse, a scorrimento o a vasistas. Tutti gli infissi hanno un vetro doppio e sono del brand tedesco Shuko, famoso per le eccezionali prestazioni nei confronti dei ponti termici.

- Le porte interne sono di diverse tipologie, ma in generale, le più numerose sono costituite in legno compensato e isolamento in carta da piegatura.

L'edificio ha una forma rettangolare e si sviluppa su cinque piani con un totale di più di cento uffici, circa 5000mq di laboratori per la ricerca, servizi igienici, venti sale di appoggio e sale riunioni, nonché uffici amministrativi. La forma dell'edificio è rettangolare ed è destinato a diverse funzioni tra cui amministrativa, didattica e ricerca.

Figura 36 Edificio G, Dipartimento Ingegneria Civile

4.3 SELEZIONE DELL'ELEMENTO FONTE DI MANUTENZIONE :SERRAMENTI INTERNI(PORTE).

Si è scelto di analizzare e applicare il sistema in questione alla grande famiglia dell'EFM Porte. Tale decisione è stata guidata dalla valutazione circa l'importanza che tale componente ha avuto lungo l'evoluzione dello spazio in cui l'uomo ha vissuto e vive, anche se a volte in modo sottile. Creare un vuoto in una facciata è una intenzione di rompere la massiccia continuità e opacità della stessa, senza perdere però le caratteristiche di sicurezza, comfort ed estetica. Effettivamente il ruolo del vuoto, come transizione tra l'interno e l'esterno, il pubblico e il privato, il contesto e l'edificio, gli conferisce una grande responsabilità negli intercambi energetici, luminosi e visivi non sempre facili da risolvere.

Sin dal tempo degli egizi le finestre erano, generalmente, piccole per evitare che l'incidenza solare raggiungesse l'interno delle abitazioni, ed erano comunemente rivolte a nord per consentire un buon intercambio di aria. Anche la civiltà greca e romana sentì

ugualmente difficoltà in questo tema, ponendo tutti i loro sforzi nel potenziare l'effetto della luminosità.

Nell'epoca medievale, con sentimento più militare, le aperture nelle facciate erano trattate come fattori di vulnerabilità. Le porte di ingresso invece, potevano essere grandi e suntuose in accordo con l'importanza di ciascun locale. Successivamente con l'evoluzione dell'architettura e delle tecnologie costruttive, ma anche dovuto all'influenza religiosa, l'uso di rosoni nelle chiese diventò una pratica ricorrente, così come le finestre alte e strette, utilizzando efficientemente l'uso del vetro.

Solo nel XX secolo si vedrà, con l'introduzione di nuovi materiali, una sostanziale evoluzione delle porte e delle finestre e soprattutto nascono nuove preoccupazioni di conforto e sostenibilità.

Oggi la porta, seppure a prima vista pare un componente banale, ha nell'edificio un ruolo essenziale e le funzioni che essa ricopre sono così definite:

- Privacy: la porta separa gli ambienti esterni da quelli interni, il pubblico dal privato, o il pubblico dal pubblico, dando accesso all'edificio e ad un ambiente in cui si svolgono determinate attività.

- Sicurezza: la porta ha il ruolo di rendere accessibili ed inaccessibili gli ambienti che delimita , di proteggere l'ambiente dall'intrusione di individui a cui non è consentito l'accesso e custodire ciò che l' ambiente ha al suo interno.

- Acustica e Termica: le porte sono la parte più debole dell'edificio, responsabili di circa 1/3 delle dispersioni termico-acustiche di un edificio, in media il 10% delle dispersioni termiche. Dunque queste necessitano di isolamento e di essere sigillate, soprattutto nella parte inferiore, con guarnizioni di battuta o nastro sigillante per impedire infiltrazioni di aria o rumore.

- Vie di Esodo: le porte sono fondamentali componenti delle vie di esodo e di flusso degli edifici. È importante infatti che le porte di uscita più critiche siano marcate CE e siano tagliafuoco e che la loro ampiezza sia sempre, in generale, proporzionale al numero di persone che occupano l'edificio e che devono quindi abbandonarlo in caso di pericolo e generalmente consentire un accesso confortevole agli utenti dell'edificio.

La Manutenzione degli edifici ha quindi il compito arduo di assicurare lo svolgimento, da parte del componente, di tutte queste funzioni sopra menzionate.

4.3.1 CARATTERISTICHE E TIPOLOGIE

4.3.1.1 MATERIALI

Ci sono molti materiali che possono essere usati nella realizzazione del componente Porta. I materiali più diffusi sono il legno, l'acciaio, l'alluminio e il PVC. È ancora più comune incontrare porte in ferro, sostituto dagli altri materiali nel patrimonio edificato più recente. Prenderemo in considerazione quindi principalmente i quattro materiali sopra elencati, aggiungendo qualche riferimento sul vetro, usato nelle porte, nei pannelli esteriori.

Oggi esistono nuove soluzioni che prevedono l'utilizzo di materiali compositi o composti di materie plastiche innovative con l'aggiunta di additivi a basso costo, strada adeguata per l'ottimizzazione dei costi, riduzione dei danni all'ambiente e performance.

4.3.1.2 COMPONENTI

Oltre il telaio e gli eventuali pannelli in vetro, le porte hanno altri componenti essenziali per il corretto funzionamento del sistema. Per ricoprire le funzioni più basilari, è imprescindibile la presenza di maniglie, cerniere, cuscinetti, sistemi di protezione e altri componenti. Di seguito si riportano alcuni dei più comuni, facendo riferimento alle caratteristiche più rilevanti per ogni caso.

Figura 37 Esempi di maniglie e serrature [Moreira M., Flòrido F.2008]

- **Sistemi di tenuta:** composti da profili di tenuta, nastri sigillanti e spazzole, di cui è possibile incontrare esempi nelle figure successive.
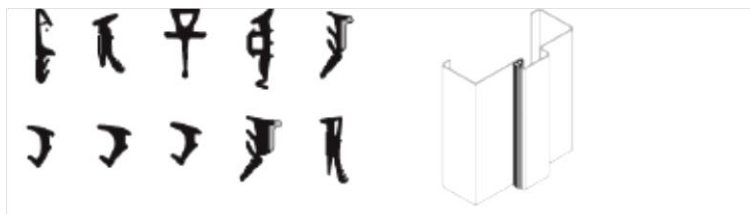
Figura 38 Tipi di profili di tenuta [Moreira M., Flòrido F.2008]

Figura 39 Guarnizioni in gomma [Santos, H., Duarte, J 2008]

Figura 40 Profilo dei listelli delle spazzole[Santos, H., Duarte, J 2008]

I profili di tenuta possono avere vari tipi di geometrie e possono essere costituiti di diversi materiali. Tra le principali funzioni associate a questi componenti c'è l'isolamento termico e acustico, la permeabilità dell'aria e la tenuta all'acqua. Devono anche impedire che qualsiasi prodotto per la pulizia o chimico si infiltri nel telaio.

I sigillanti sono di solito collocati tra due superfici e lavorano con l'isolante, con il collante e con il coibentante. Una delle funzioni principali è quella di assorbire gli spostamenti, cioè, resistere con sicurezza ai movimenti normali di traslazione e rotazione, che determinano sforzi di trazione e compressione. I mastici, i sigillanti acrilici e i sigillanti in silicone sono i tipi di sigillanti più usati.

Le setole delle spazzole sono costituite da un congiunto di fibre con base rigida e varie sezioni. Le sue funzioni sono quelle di facilitare lo scorrimento delleante e, mediante la applicazione di un trattamento adeguato, permettere un miglioramento di performance nei confronti della tenuta all'acqua e all'aria.

- **Meccanismi di chiusura e movimento:** i meccanismi di chiusura e manovra sono componenti come maniglie, serrature, chiusure , chiavistelli, cerniere, perni, spessori e cunei. Infatti , una parte significativa delle anomalie verificatasi nelle porte dipende dalla scelta errata di tali componenti o a causa di una scarsa compatibilità tra questi e il telaio.

Figura 41 esempi di cerniere [Santos, H., Duarte, J 2008]

Le cerniere sono costituite da due elementi metallici a forma di piastra, collegati tra loro per mezzo di un asse metallico. Le piastre possono essere perforate, caso di collegamento dei profili è fatto per mezzo di viti e tasselli, o possono essere fusi, se il collegamento è fatto per mezzo di saldatura.

4.3.2 CADUTE PRESTAZIONALI PIU' COMUNI DELLE PORTE
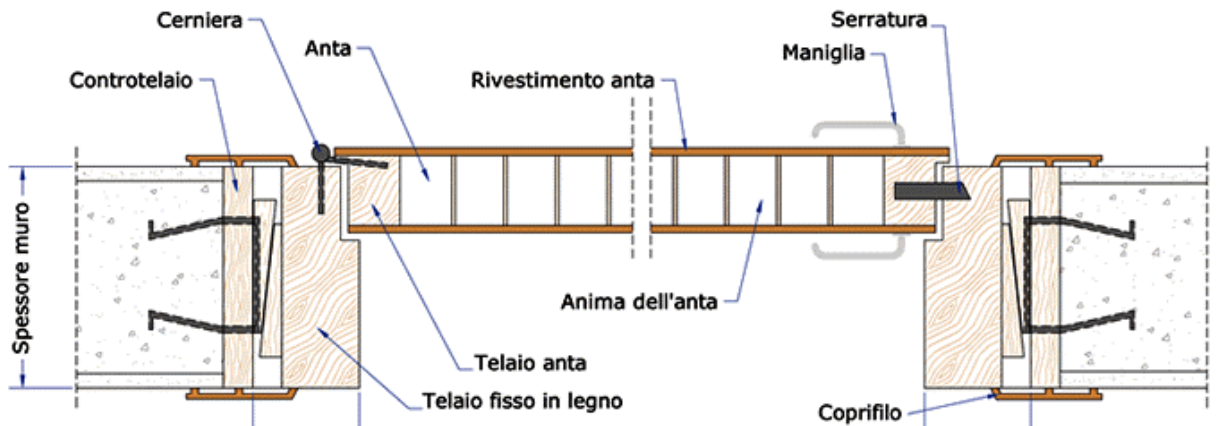
Figura 42 Schema 2D di una Porta [Arredare e Costruire]

Figura 43 Schema 3D Porta [Arredare e Costruire]

Gli edifici presentano lungo la loro vita utile, diverse anomalie, dovute a errori di progetto, disposizioni costruttive non correttamente adattate o pratiche di fabbricazione o installazione non efficienti. Alcune volte, le anomalie sono conseguenze di una formazione inefficiente di chi esegue una delle attività riferite.

Capire, in ogni caso, qual è la strategia da eseguire, richiede una grande informazione sull'origine dei problemi. In alcune situazioni, è preferibile la totale sostituzione dell'elemento in causa, dato che la riparazione può essere molto più onerosa o può non garantire il corretto funzionamento, in accordo con le condizioni di utilizzo previste.

Le strategie di manutenzione, nella forma preventiva, puntano a evitare il presentarsi di anomalie. Pertanto, solo conoscendo profondamente i processi di esecuzione e montaggio e, infine, le relative anomalie costruttive, sarà garantita la corretta pianificazione delle operazioni di manutenzione. Ossia, se le strategie di manutenzione intervengono a monte, è indispensabile capire come le malattie nascono e si evolvono, col fine di interrompere il processo di degrado dell'elemento in tempo utile, evitando la sua sostituzione.

Le anomalie maggiormente ricorrenti associate ai telai, risultanti da reclami da parte degli utilizzatori, sono quelle manifestazioni facilmente identificabili ad occhio nudo. In tal senso, gli indizi relazionati con le infiltrazioni di acqua, lo sviluppo di funghi e macchie sono responsabili delle maggior parte dei reclami. Le deficienze di funzionamento del telaio possono corrispondere, inoltre, ad altri aspetti già menzionati, come la eccessiva permeabilità all'aria o una deficiente performance acustica. Questi aspetti originano meno reclami perché non creano, direttamente, impatto visivo negativo e, d'altra parte, il livello di esigenza dei consumatori portoghesi è, in questo campo, molto ridotto.

Nell'ambito delle analisi delle anomalie dei telai, sembra essere essenziale comprendere la catena degli avvenimenti, ossia, la sequenza dei fatti che ha originato la manifestazione di una anomalia e la sua percezione da parte dell'utilizzatore. Solo così si può intervenire nella certezza che l'anomalia abbia un trattamento adeguato. Nelle altre situazioni, in cui varie cause contribuiscono simultaneamente all'aggravamento di una anomalia , un intervento non può risolvere totalmente il problema, ma solo attenuarlo.

Riassumendo, le principali cause generatrici di anomalie, a cui corrispondono differenti fasi del processo di concezione e installazione del telaio, sono le seguenti:

- Deficiente definizione delle condizioni di utilizzo a cui sarà sottoposto il telaio;
- Deficiente concezione del telaio;
- Deficiente specificazione del telaio;
- Deficiente dimensionamento del telaio;
- Deficiente progetto di esecuzione del telaio;
- Scadente produzione del telaio;
- Scadente installazione del telaio.

Secondo il VEGAS 2002[68], le principali anomalie del telaio sono:

- Perdita di tenuta all'acqua

- Elevata permeabilità all'aria

- Deformazioni eccessive
- Rottura dei vetri
- Condensazioni
- Condensazioni nell'interno dei vetri isolanti
- Degrado da ossidazione
- Degrado del rivestimento in vernice
- Differenza di colore
- Ossidazione degli accessori
- Decadimento del legno
- Degrado superficiale del legno
- Deformazioni
- Sigillanti deformati

4.3.3 LE ATTIVITA' MANUTENTIVE PER GLI EFM SERRAMENTI INTERNI (PORTE)

4.3.3.1 L'ISPEZIONE

1) Ispezione Visiva

Nelle porte, seppure sembra banale, l'ispezione deve tenere in conto numerosi aspetti. L'osservazione visiva può essere realizzata dagli utenti, ma deve essere anche realizzata da tecnici specializzati, essendo questi ultimi più sensibili alle patologie correnti di tali componenti. Da tale operazione di manutenzione finisce per risultarne direttamente l'uso del proprio EFM, ma si considera particolarmente importante comprovarne la condizione di questi elementi in alcuni aspetti specifici, in periodicità annuali, quinquennali e decennali.

L'ispezione visiva deve avere una speciale attenzione negli item seguenti:

- fratture, fessure, crepe nel telaio e nei vetri;
- ossidazioni;
- contesto dell'EFM;
- deterioramento per atti di vandalismo;
- diminuzione di visibilità dovuta a formazione di condense o accumulazione di polvere sulle facce interne della camera, nei vetri doppi;

- elemento isolante;
- collegamento dei sigillanti;
- retrazione dei sigillanti;
- alterazione nella continuità del materiale;
- fori di drenaggio;
- filtri d'aria;
- ancoraggio delle cerniere della porta alla parete;
- deterioramento o perdita dei rivestimenti del telaio.

Per quanto riguarda i mezzi utilizzati per l'ispezione visiva, si può richiedere l'ausilio di una lente, per una osservazione più rigorosa delle fessure e di altri dettagli, e di un sacchetto per la raccolta di oggetti e campioni.

2) Ispezione Funzionale

L'ispezione funzionale è relazionata alla performance delle porte rispetto alle operazioni di chiusura e ,manovra e la soddisfazione delle esigenze funzionali più basiche. Deve essere particolarmente osservato lo stato dei cilindri, il funzionamento di chiusura, la tenuta dei profili e la presenza di rumori nelle operazioni di manovra.

In conclusione, i principali aspetti da seguire in questa ispezione sono i seguenti:

- meccanismi di chiusura e manovra, inclusi i cilindri e le cerniere;
- chiusure automatiche, chiusure magnetiche, meccanismi inclinati e motori idraulici;
- rumori;
- tenuta dei profili.

Per procedere con l' ispezione funzionale, è imprescindibile eseguire in congiunto l'ispezione visiva, con l'eventuale ausilio di una lente di ingrandimento, al suo azionamento meccanico. Per riscontrare i rumori, l'auscultazione è ,ovviamente, l'unico mezzo necessario. La tenuta dei profili deve essere osservata visivamente in condizioni sfavorevoli, o sia, nei giorni di pioggia intensa è che, a volta, è possibile rilevare piccole infiltrazioni di acqua attraverso l'interno.

3) Ispezione metrica (dimensionale)

L'ispezione metrica deve essere prevista occasionalmente, nel caso in cui si verificano anomalie la cui estensione possa essere qualificata in questo contesto. Nell'ambito di tale ispezione, si devono eseguire le seguenti misurazioni:

- dimensioni del telaio;

- curvature e orditure;
- lunghezza, larghezza e profondità di eventuali fratture, fessure e crepe;
- perimetro di eventuali macchie e orifizi.

I mezzi più adeguati per effettuare una ispezione metrica sono semplici, ma questa deve essere realizzata da tecnici specializzati, quando sia necessario lo smontaggio dell'EFM. Così, un metro graduato, un nastro e una lente di ingrandimento e un calibro sono sufficienti per la realizzazione di queste operazioni.

4) Ispezione di laboratorio

L'ispezione di laboratorio deve essere l'ultima operazione a cui ricorrere, in quanto la manutenzione presuppone operazioni in situ che però non sono sempre realizzabili a causa della necessità imprescindibile di utilizzare attrezzature avanzate. Tale tipo di ispezione può analizzare, tra le altre, le seguenti caratteristiche, tra le quali sono state considerate le più rilevanti per le porte le seguenti:

- qualità e stato del materiale costituente;
- tenuta all'acqua;
- permeabilità all'aria;
- resistenza meccanica.

Esiste oggi nel mercato un vasto congiunto di attrezzature di laboratorio atte a realizzare tali operazioni. Essendo l'ispezione di laboratorio delle porte rara nelle situazioni più comuni di manutenzione, i mezzi per la realizzazione di tale ispezione devono essere definiti caso per caso, anche perché esistono nel mercato apparecchi portatili che permettono la standardizzazione in situ di alcune caratteristiche dei materiali.

4.3.3.2 PULIZIA

1) Pulizia corrente

La pulizia corrente, che corrisponde alla igienizzazione comune che gli utilizzatori devono fare sempre quando necessario, deve tenere in considerazione le superfici vetrate, la rimozione dello sporco accumulato, terra, polvere o sabbia e la presenza di vegetazione che circonda l'elemento. Dopo la realizzazione delle operazioni di manutenzione proattive, correttive o di sostituzione, deve essere realizzata una pulizia corrente, che ossa essere approfondita, nel caso sia necessario, con l'ausilio di un tecnico specializzato (pulizia non corrente).

I mezzi più adeguati per procedere ad una pulizia corrente delle porte sono l'acqua, una spugna, un panno o una spazzola morbida, una spatola, un secchio e, eventualmente, un paio di guanti e una maschera di protezione. Per la pulizia dei vetri, si consiglia una mistura di acqua con prodotti non abrasivi e non alcalini. In tal caso, la pulizia deve iniziare con l'uso di un raschietto o di una lamina per rimuovere lo sporco più difficile, seguita dall'applicazione della suddetta mistura di acqua, con l'ausilio di un panno, e per finire, il passaggio di una gomma per ottenere un risultato finale migliore.

2) Pulizia non corrente

La pulizia non corrente deve essere realizzata da un tecnico specializzato, con lo scopo di rimuovere le macchie di natura diversa, grasso, pittura e sporco difficile, come graffiti o altri segni di vandalismo. I mezzi coinvolti per la pulizia corrente,sono generalmente, gli stessi utilizzati per la pulizia corrente, eccetto il caso in cui sia necessario eliminare alcuna macchia più insolita, potendo utilizzare, in questa circostanza e a titolo eccezionale, l'utilizzo di un solvente che minimizzi i danni al materiale costituente il telaio.

4.3.3.3 MISURE PROATTIVE

Le misure proattive sono essenziali affinché gli EFM mantengano una buona performance durante la loro vita utile. Le operazioni proposte comuni a tutti i materiali sono appena due: la lubrificazione periodica delle parti metalliche e il rinnovo della giuntura delle cerniere con la facciata. Supponendo che la lubrificazione delle parti metalliche sia realizzata annualmente dall'utente, il rinnovo delle giunture delle cerniere alla facciata sarà realizzato da un tecnico specializzato ogni 10 anni. Nella tabella di sintesi della manutenzione si possono trovare alcune operazioni specifiche per determinati materiali. Il legno, a titolo di esempio, esige misure proattive addizionali rispetto agli altri materiali, in accordo con la sua necessita di protezione dagli insetti e funghi, ma allo stesso modo dovuto ad altre specificità.

Le risorse strettamente necessarie per procedere alla lubrificazione delle parti metalliche sono una spazzola una latta di olio. Il rinnovo della sigillatura delle cerniere con la facciata, che deve essere realizzata da un tecnico specializzato, esige un raschietto, un elemento sigillante (mastice a base di resine sintetiche, per esempio), uno spruzzino e un diluente appropriato.

4.3.3.4MISURE CORRETTIVE

Esiste un ampio congiunto di situazioni con cui l'utente si può interfacciare che esigono misure di questa natura, specifiche caso per caso. Per tale motivo, sono state considerate nella tabella di sintesi solo le operazioni di manutenzione più comuni e elementari, che molto probabilmente, dovranno essere realizzate annualmente: sostituzione degli elementi di chiusura e fissaggio e eventuale riparazione di questi stessi elementi. In una prospettiva più reattiva, la tabella di sintesi proposta esplora con maggior dettaglio il carattere proattivo della manutenzione.

Per l'esecuzione di tali operazioni, sarà appena necessario disporre di un martello, di un cacciavite e di una chiave inglese adeguati.

4.3.3.5 SOSTITUZIONI

Nelle porte, le misure di sostituzione non sono molto rilevanti, nel senso che l'orizzonte di vita utile degli EFM non giustifica grandi investimenti in tal tipo di operazioni. In tal senso , le tabelle di sintesi prevedono appena la sostituzione degli elementi di chiusura e blocco, ogni 25 anni, e la sostituzione totale dell'EFM alla fine della sua vita utile. L'evoluzione notevole che si è vista in questo settore, è che la sostituzione completa dell'EFM con un altro con una performance superiore è un investimento di riabilitazione e rinnovo.

Vedremo nel successivo capitolo sesto come tali attività relative all`EFM porte sono state inserite nel data base del sistema oggetto del lavoro di tesi.

4.4 FASE DI RILIEVO DELLE INFORMAZIONI PER L'AVVIO DEL SISTEMA

Dopo aver analizzato, nei precedenti paragrafi, l'ambito di applicazione e quelle che possono essere le principali anomalie costruttive del telaio, adesso, per poter testare il sistema, è necessario popolare il data base con le informazioni circa i componenti di tale categoria presenti nel Edificio G, e stabilire e dettagliare le forme di attuazione concrete per affrontare le necessità manutentive che gli elementi fonte di Manutenzione porte presentano durante la loro vita utile.

Tipologia	Foto	Quantità	Stress d'uso			Informazioni Costruttive					
			under use	Normal use	over use	Materiali	Parti metalliche	Data di vendita	Data di messa in uso	Costo	Tipo di chiusura
1		34	X			Struttura meccanica interna: legno Isolamento interno: carta di piegatura Pannelli Esterni: Compensato e Vetro Lucido Finiture: Vernice lucida per legno	Maniglia Serratura Cerniere	gen-00	set-00	300€	Maniglia a chiave tipo Yalle

Tabella 7 Anteprima tabella in Appendice A.

Per cominciare sono state catalogate tutte le tipologie di porte presenti all'interno dell'edificio in analisi, le loro caratteristiche, informazioni costruttive, prezzi e stress d'uso della categoria in generale e poi all'interno della stessa categoria di porta, che è possibile visualizzare nell'**Appendice A.**

Il seguente grafico, in accordo con quanto riportato nella precedente tabella, rappresenta la distribuzione della quantità di porte presenti nell'edificio G, per ogni categoria rilevata e rappresentata.
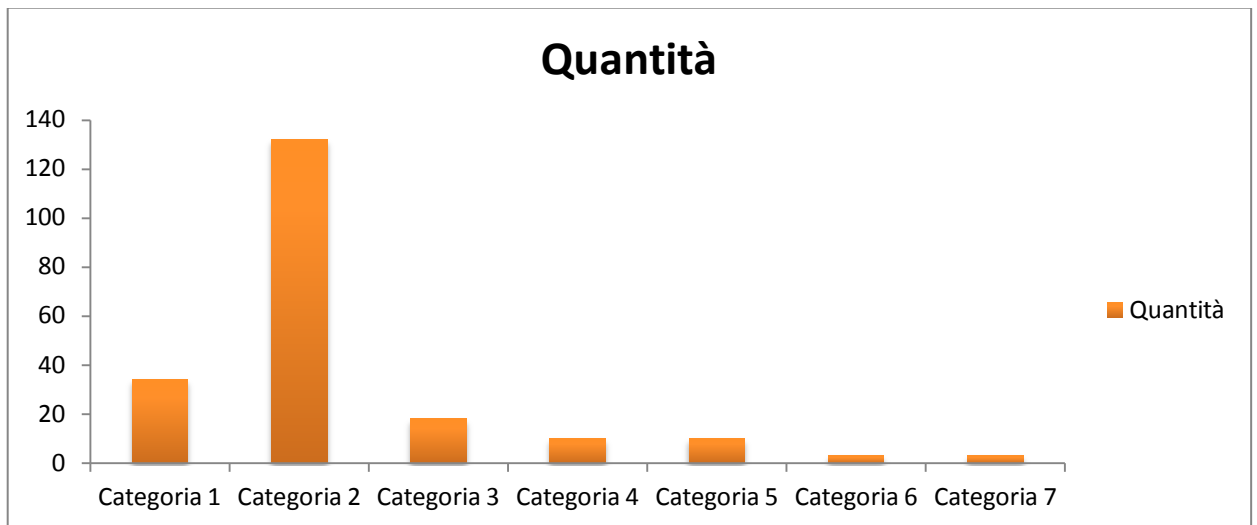
Tabella 8 Quantità per tipologia di porta presente nell'edificio in analisi.

Successivamente sono state analizzate singolarmente, i vari elementi fonte di manutenzione Porta, e all'interno di ogni categoria è stata analizzata la presenza di differenti stress d'uso e delle più frequenti anomalie che caratterizzano la categoria.

Anomalia	**Immagine**	**Descrizione della Manifestazione**
1		Tipologia di porta:2 Vernice scorticata nella zona del coprifilo e zona adiacente alla serratura a causa dell'azione abrasiva delle chiavi o del porta chiavi nel momento dell'apertura. Risoluzione:riverniciatura e applicazione di una placca di protezione in metallo o in altro materiale resistente all'abrasione.

2		Tipologia di Porta:2 Maniglia non in asse a causa del probabile mal fissaggio al momento del montaggio dell'EFM o a causa di uno scorretto utilizzo. Risoluzione: sostituzione della maniglia/ sostituzione della molla usurata
3		Tipologia di Porta: 2 Rumore nell'atto di apertura della maniglia a causa di probabile mancanza di olio lubrificante. Risoluzione: applicare periodicamente olio lubrificante
4		Tipologia di Porta: 3 Presenza di sporco all'interno della griglia di aerazione della porta a causa di cattiva esecuzione della pulizia corrente e non. Conseguente cattiva qualità aria interna. Risoluzione: accurata pulizia igienica e non corrente della porta.

5		Tipologia di Porta: 2 Fessurazione del coprifilo a causa di urti o da tensione dello stesso dovuta a mal fissaggio. Risoluzione:sostituzione del pezzo o riverniciatura (a seconda dei casi)
6		Tipologia di Porta: 2 Alone di sporco della zona inferiore dell'anta a causa del contatto con la pavimentazione**.** Risoluzione: Pulizia tecnica dell'anta o riverniciatura.

Tabella 9 Principali problematiche delle porte dell'edificio G.

Come si nota, la tipologia di porte, portatrice di anomalie,è la categoria di Porte in legno e isolamento in carta da piegatura, più comunemente utilizzate, dell'edificio, per l'accesso agli uffici. Ossia la tipologia di porta 2 e 3, così come classificate nell'Allegato III.

Si potrebbe dunque pensare che l'origine e causa dell'anomalia sia nella qualità della porta in sé, accompagnata da una mal corretto uso e pulizia dell'EFM in analisi.

Intervistando invece l'ufficio di manutenzione, in particolare l'Ing, Vasconcelos, egli afferma che le porte di legno della tipologia 2 non hanno alcuna necessità di interventi di manutenzione, rilevando solo problematiche nella serratura degli uffici dei professori, che essendo usati quotidianamente frequentemente, non funzionano più al 100%.

Nelle porte metalliche,taglia fuoco, sono stati rilevati nel tempo problemi alle molle e alle cerniere, per cui ogni 5/6anni sono stati necessari piccoli interventi di miglioramento, ma non veri e propri interventi di manutenzione correttiva.

4.4.1 POPOLAMENTO DEL DATA BASE

Per iniziare il lavoro si è pensato, in principio, di introdurre un solo elemento Porta sul quale brevettare il sistema per poi estendere il lavoro ad altri componenti del medesimo edificio.

Per prima cosa è stata introdotta nel Data Base, all'interno sella Categoria " Accessi" , la sottocategoria Porte.
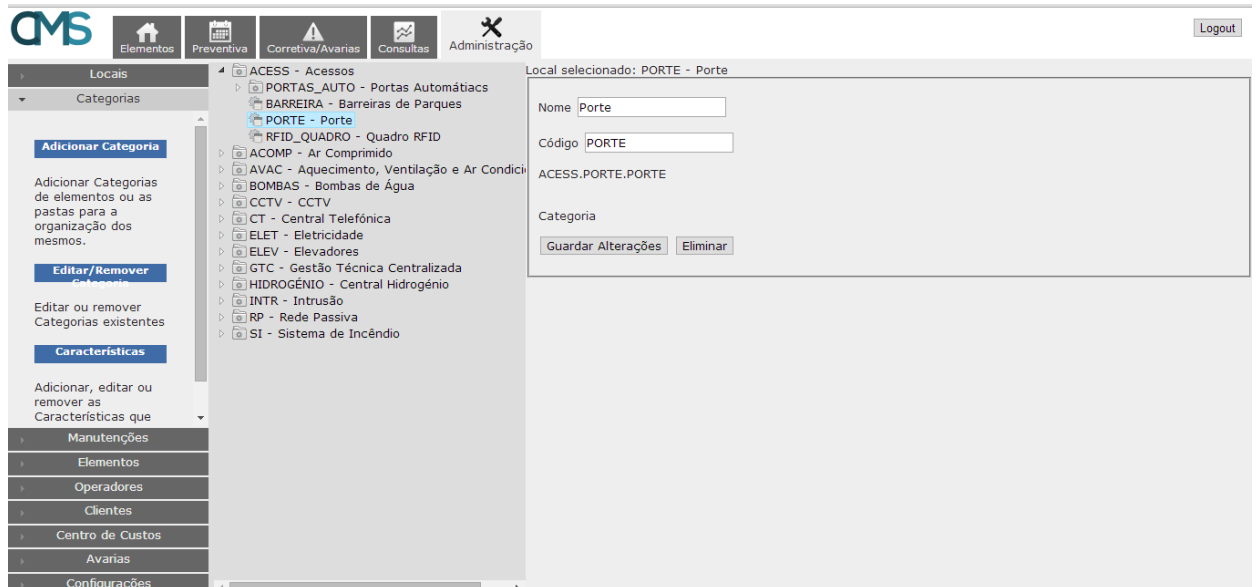
Figura 44 Screen Shot introduzione categoria porte

All'interno di tale categoria, in cui verranno introdotte le sette tipologie di porte rilevate nell'edificio in studio, così come presentate nell'Appendice A, sono state definite delle Caratteristiche che tutte le tipologie di porte possono presentare.

Queste ultime sono relazionate ad ogni elemento che sarà successivamente addizionato alla Categoria Porte e rappresentano quelle informazioni che si sono ritenute necessarie o utili al fine del lavoro del gestore immobiliare e del manutentore.

Figura 45 Screen Shot introduzione caratteristiche porte

Per esempio tutti gli elementi che saranno addizionati nella categoria "Porte" avranno le informazioni"caratteristiche" associate seguenti:

- Altezza
- Larghezza
- Spessore
- Materiale
- Isolamento interno
- Tipo di Accesso
- Tipo di chiusura
- Data di vendita
- Data di entrata in servizio
- Costo approssimato
- Numero di chiavi
- Stato
- Presenza di molla idraulica
- Numero di vetri
- Tipologia di porta (secondo l'appendice A).
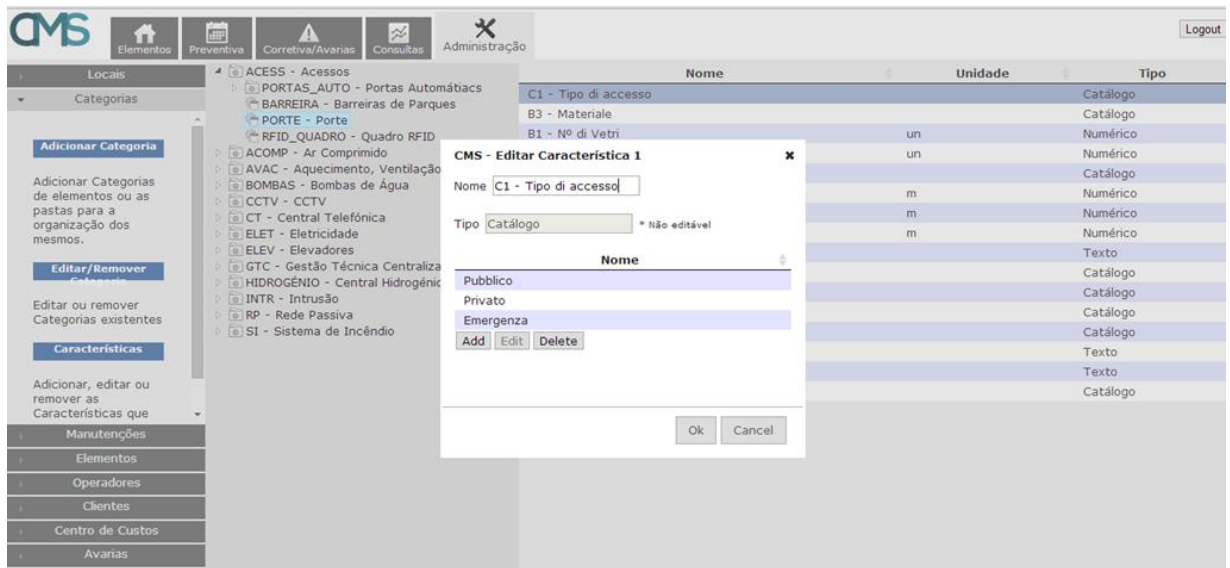
Figura 46 Caratteristiche delle Categorie di elementi.

Come visibile dall'immagine precedente, ciascuna Caratteristica relativa alla Categoria Porte, ha a una unità di misura numerica o un catalogo, ossia un elenco di opzioni selezionabili. Nel caso riportato, l'informazioni di riferimento è il Tipo di Accesso che consente il componente e la scelta può avvenire tra tre opzioni selezionabili.

Il successivo passaggio prevede la definizione delle **Attività Manutentive** realizzabili sulle tipologie di Porte, così come riscontrate all'interno dell'edificio.

Tali attività, ciascuna dotata di descrizione riportante anche il materiale da utilizzare, sono state classificate in **5 categorie**:

- Ispezione
- Man. Correttiva
- Man. Proattiva
- Sostituzione
- Pulizia (corrente e non).

Figura 47 Attivita' di manutenzione relative a ciascuna categoria

Per tutte le categorie di elementi addizionabili sono state inserite in Data Base le attività di manutenzione eseguibili, ciascuna dotata di informazioni relative a:

- Interveniente;
- Descrizione attivita';
- Tempo stimato;
- Costo;
- Misurazioni;
- Procedure,
- Strumenti da utilizzare;

Ognuna di tali attività è stata definita in riferimento al singolo elemento costituente la porta, come visibile nell'Appendice B. Le attività manutentive sono stata suddivise per componenti dell'elemento porta così definiti:

- guarnizioni;
- telaio;
- cerniere;
- vetro;
- maniglia;
- serratura;

- isolamento;
- molle;
- controtelaio;
- coprifilo.

In seguito tutte le attivita’sono state raccolte in gruppi di **Interventi** e classificate a seconda della loro periodicità in:

- Manutenzione Annuale
- Manutenzione Biennale
- M. Quinquennale
- M. Decennale
- M. Dodecennale
- M. a fine vita utile
- Manutenzione Porte Taglia Fuoco.

Figura 48 Interventi di Manutenzione

In generale, poiché l’obiettivo della pianificazione del sistema, ma anche del sistema in progetto, è di ridurre i costi amministrativi legati a tale attività, per ogni operazione di manutenzione si assocerà una periodicità di intervento tale che ottimizzi la relazione costo/beneficio, in funzione dei fattori endogeni ed esogeni preventivamente definiti.

Ogni attività manutentiva definita nelle cinque macro aree sopra elencate, verrà inserita in un gruppo di interventi. Gli interventi raggrupperanno al loro interno le attività con la medesima periodicità, che sia diaria, semestrale, annuale, biennale, decennale ecc..

Ciascun gruppo di interventi avrà inoltre una Politica di manutenzione associata di tipo:

- Leggera;
- Normale;
- Critica.

L'associazione di una di tale politiche all'intervento di manutenzione dipenderà essenzialmente dallo Stress di utilizzo del componente in questione e dal ruolo dell'EFM nell'edificio. Ad ogni politica è associata una periodicità differente, più severa o più soft, di esecuzione delle attività manutentive.

Per esempio una porta di un ospedale o di un edificio commerciale ha sicuramente una sollecitazione prevista superiore di quella di una normale abitazione. Allo stesso modo, all'interno del medesimo edificio, la porta di ingresso è molto più sollecitata della porta di un ufficio. Talvolta la politica da adottare però non dipende solo dagli utilizzatori dell'EFM, ma anche dal contesto in cui esso è inserito, dagli agenti di degrado a cui è esposto e altre circostanze relazionate.

A volte è pertanto necessario verificare lo stress d'uso effettivo dell'EFM, confrontarlo con quello progettato, confrontarlo con quello effettivo degli altri elementi dello stesso tipo presenti nel medesimo contesto, e comprendere se la politica manutentiva associata sia efficace, sufficiente o eccessiva.

Qui di seguito è riportato un esempio di calcolo di stress d'uso di una porta di accesso ad uno spazio privato, ossia l'ufficio G113, situato nel primo piano dell'edificio G del campus Feup.

Lunedì					
Under use					
Normal use					
Over use					
	08:00-10:00	10:00-12:00	12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00
Martedì					
Under use					
Normal use					

Over use					
	08:00-10:00	10:00-12:00	12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00
Mercoledì					
Under use					
Normal use					
Over use					
	08:00-10:00	10:00-12:00	12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00
Giovedì					
Under use					
Normal use					
Over use					
	08:00-10:00	10:00-12:00	12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00
Venerdì					
Under use					
Normal use					
Over use					
	08:00-10:00	10:00-12:00	12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00

Tabella 10 Stress d'uso diario

Legenda; Under use Normal Use Over use

Dopo aver monitorato ogni giorno, per una settimana,lo stress d'uso della porta di ingresso dell'ufficio, si rappresenta di seguito il relativo diagramma. Tale grafico rappresenta per ogni giorno lavorativo, dal lunedì al venerdì, la frequenza di uso della

porta, in particolare di aperture e chiusure, al fine di valutarne l'eventuale *over use* o *under use* così definiti:

- under use : < 8
- normal use : 8
- over use: >8

L'ufficio G113 è progettato per una capienza di 5 persone e per tanto si può ipotizzare che durante l'arco di una giornata lavorativa di 8 ore dalle ore 8:00 alle ore 18:00 (orario di normale , ma non categorica,chiusura dell'ufficio), considerando una pausa pranzo di 2 ore, la porta di ingresso dello stesso, ha un previsione di uso uso normale di numero 40 aperture/chiusure al giorno, così distribuite:

- N. 10 ingresso/uscita(2/persona);
- N. 10 per usufruire dei servizi igienici (2/ persona);
- N.10 per pausa caffè(2/persona);
- N.5 per pausa pranzo (1/persona).

Si è pensato inoltre di dividere la giornata lavorativa in 5 intervalli temporali così definiti:

1. 8:00-10:00
2. 10:00-12:00
3. 12:00-14:00
4. 14:00-16:00
5. 16:00-18:00

Cosi facendo, si è calcolata una media di 8 aperture/chiusure della porta per ogni fascia oraria definita.

Infine, facendo una media degli usi giornalieri dell'EFM, è possibile realizzare un diagramma settimanale o mensile o annuale e così via, dello stesso. Qui di seguito la tabella di stress settimanale:
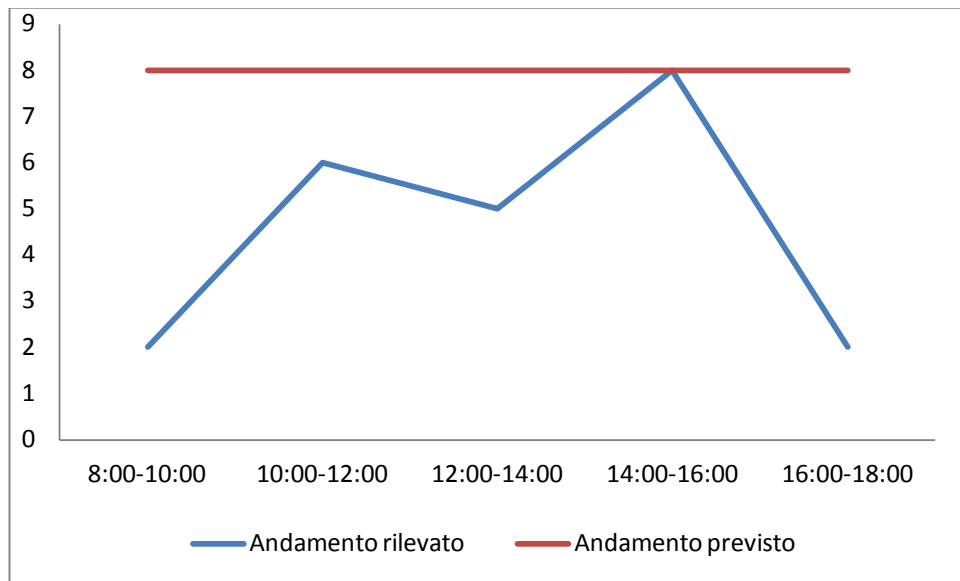
Figura 49 Grafico a linee Stress uso Porta ingresso Ufficio

Under use					
Normal use					
Over use					
	08:00-10:00	10:00-12:00	12:00-14:00	14:00-16:00	16:00-18:00

Tabella 11 Stress d`uso settimanale

In accordo con quanto rappresentato, risulta che, lo stress d'uso settimanale della porta è in media sotto il livello previsto e per tanto, l'EFM porta è utilizzato meno di quanto previsto dal suo progetto.

L'unica fascia oraria in accordo con l'utilizzo previsto della porta è quella dalle ora 14:00-16:00. In tale fascia oraria infatti tutti gli occupanti dell'ufficio rientrano dalla pausa pranzo e lasciano nuovamente l'ufficio per un piccolo break per consumare il secondo caffè del giorno.

Bisogna comunque tenere in considerazione che, i risultati ottenuti, sono dovuti anche al fatto che l'ufficio sia attualmente occupato da sole 3 persone (invece delle 5 previste) e che non è stato possibile monitoralo successivamente alle ore 18:00, ora in cui l'ufficio viene abbandonato da tali lavoratori, ma è talvolta impiegato come sede temporanea da un quarto lavoratore, che ha orari differenti dagli altri 3.

Per ciascun gruppo di interventi,si ottiene cosi' un **Programma di Manutenzione** a cui è associato un registro per ciascun elemento con le attività "in agenda", "attive" ed "eseguite". A seconda dello stress d'uso del componente e quindi della politica di

manutenzione adottata, si sottolinea che il piano di manutenzione si modifica e plasma diversamente.

Figura 50 Registro attivita' manutentive

Per visualizzare l'attività a registro e cioè il Piano di Manutenzione è necessario inserire una nuova **attività di manutenzione preventiva**. Perciò si seleziona un Intervento a cui e si e' associa ad esso la sua periodicità, la data di inizio, di fine e a quali elementi applicare tale attività a seconda delle loro caratteristiche (per esempio a tutti gli elementi in Porte in legno).

Figura 51 Intervento di manutenzione
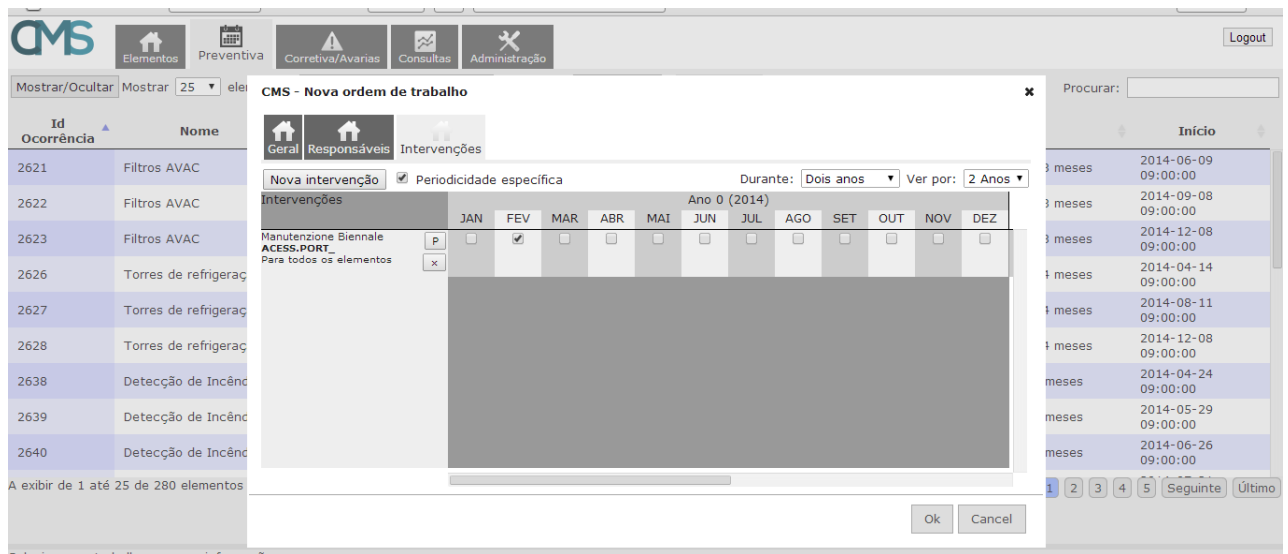
Figura 52 Compilazione del Piano di Manutenzione

Per ciascuna attività di manutenzione preventiva si definisce inoltre la figura responsabile della suddetta attività e l'orizzonte temporale di esecizione. A questo punto essa comparirà tra le attività in Agenda.

4.4.2 ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI LEGATE ALLE ATTIVITA' MANUTENTIVE

Per inserire tali attività manutentive in data base, per semplificare il lavoro, si è creato uno schema circa le attivita' manutentive delle porte, successivamente ad un periodo di ricerca approfondita circa le attività da eseguire su di esse. Il vantaggio di avere uno schema, risiede nel modo in cui i contenuti sono organizzati, in forma di matrice, per offrire una lettura rapida e un facile inserimento delle informazioni nel data base. Tra le informazioni inserite, le principali, in generale, sono le seguenti:

- Descrizione e classificazione delle operazioni previste, ciascuna segnalata da un codice attività;
- Periodicità
- Durata
- Costo orario dell'attività
- Mezzi richiesti per l'esecuzione
- Responsabilità

Come detto nel capitolo relativo e nel precedente paragrafo, le informazioni relative alla manutenzione saranno suddivise in cinque macro aree, denominate "Big Five" della manutenzione:

- Ispezione;
- Pulizia;

- Misure Proattive;
- Misure Correttive;
- Sostituzioni.

Per rendere più chiare le informazioni circa la manutenzione dell'EFM porte, scelto a titolo di esempio per lo svolgimento di tale lavoro di tesi, si è realizzata una tabella che riporta la definizione delle operazioni di manutenzione più comuni, a cui sono state successivamente aggiunte informazioni più specifiche, distinte per componente dell'EFM porta, così come antecedentemente scomposto e per materiale.

Per ciascun componente dell'elemento porta si sono inserite orizzontalmente le informazioni circa :

- tipologia di intervento;
- descrizione;
- strumentazione necessaria;
- periodicità;
- tempo stimato;
- costo orario;
- Interveniente.

Le operazioni poi sono state verticalmente scomposte, come antecedentemente descritte, in operazioni di Ispezione (visiva, funzionale, metrica, di laboratorio), pulizia (corrente e non), misure proattive, misure correttive e sostituzioni.

Codice Categoria	Tipo di intervento	Nome attività	componenti a cui applicare l'attività	Strumentazione accessoria	Periodicità	Tempo stimato	Costo Orario (€/h)	Specialità Tecnica

Tabella 12 Esempio di organizzazione orizzontale delle informazioni nella tabella di sintesi.

Per concludere tale parte organizzativa del lavoro, si è deciso di definire le attività manutentive suddivise per tipologia di porta, secondo la classificazione gia' definita nel paragrafo precedente secondo la caratteristica "Tipo di Accesso":

- Accesso spazi pubblici;
- Accesso spazi privati
- Porte taglia fuoco/Vie di esodo.

La classificazione dipende dall'importanza del ruolo svolto dal componente all'interno del contesto in cui è inserito. Un componente può appartenere a più di uno dei gruppi elencati.

Particolare importanza deve essere attribuita alle Porte e Portoni tagliafuoco che svolgono una funzione critica dal punto di vista della sicurezza dell'edificio. Oggi inoltre, con il D.M. 10/03/98 e il DPR 37/98, è obbligatorio per le porte tagliafuoco il controllo periodico, la manutenzione e l' annotazione degli interventi sull' apposito registro antincendio.

L'uso della tecnologia RFid, scopo del lavoro di tesi, potrebbe quindi essere molto utile al fine di gestire la manutenzione di tale EFM critico per l'edificio.

Tutte le informazioni circa le attivita` manutentive degli EFM porte in generale,sono state raccolte in degli schemi di sintesi, successivamente inseriti nel data base, distinguendo i componenti per materiali, sia per la categoria critica Porte Tagliafuoco, che così come in precedenza sottolineato necessita di maggiore attenzione dal punto di vista manutentivo. Per poter visualizzare tali schemi e' necessario osservare gli allegati nella appendice B.

In ultimo si è definito un modello semplice di i Ordini di Manutenzione Correttiva, creando un Data Sheet più specifico che riporta le informazioni circa:

- Materiali da usare
- Strumenti necessari
- Interveniente
- Tecnologia in uso
- Come operare.

L'ordine di lavoro (OdL) è il documento contenente tutte le informazioni relative all'operazione di manutenzione e i collegamenti di riferimento ad altri documenti necessari ad eseguire il lavoro di manutenzione (UNI EN 13460:2003;3.8). Esso è l'istruzione che attiva l'intervento di manutenzione a seguito di una richiesta di lavoro (UNI 10147:2003;12.5).

L'ordine di lavoro, inoltre, ha la peculiarità di essere gestito, in tempi successivi, da vari processi nel corso del proprio ciclo di vita. Per tale ragione è consuetudine regolamentare gli interventi che su di esso vengono effettuati mediante una specifica procedura. E' questo il motivo della sua inclusione tra le descrizioni dei processi di manutenzione che danno origine a procedure organizzative.

I campi minimi (UNI EN 13460:2003; App. B) che devono essere presenti sull'ordine di lavoro sono:

- numero;
- richiedente;
- data di registrazione, di apertura, di chiusura;

- codice ed ubicazione del bene;
- ore di funzionamento del bene;
- tipo di manutenzione da effettuare e relativa priorità;
- frequenza di intervento prevista;
- data dell'ultimo intervento;
- regolamentazioni di sicurezza e ambientali da osservare (tipo di permesso di lavoro);
- giustificazione della mancata esecuzione;
- tempo di indisponibilità per ogni mancata esecuzione;
- risorse programmate;
- sintomo del guasto per cui è stato emesso l' OdL;
- parte/i difettosa/e;
- causa del guasto;
- ciclo/i di lavoro associato/i;
- descrizione dell'esecuzione del lavoro;
- nominativo, tipo e quantità di manodopera utilizzata;
- parti di ricambio utilizzate (codice, descrizione, quantità);
- manodopera esterna (tipo e quantità);
- parti di ricambio esterne utilizzate (codice, descrizione, quantità);
- altri servizi esterni;
- accettazione del lavoro. [Pone A. Pone E. 2008]

Il software utilizzato permette di scaricare dei piani di lavoro, ma non sono ancora molto approfonditi e lontani dai Work Orders di programmi per la manutenzione come Maximo o SAP.
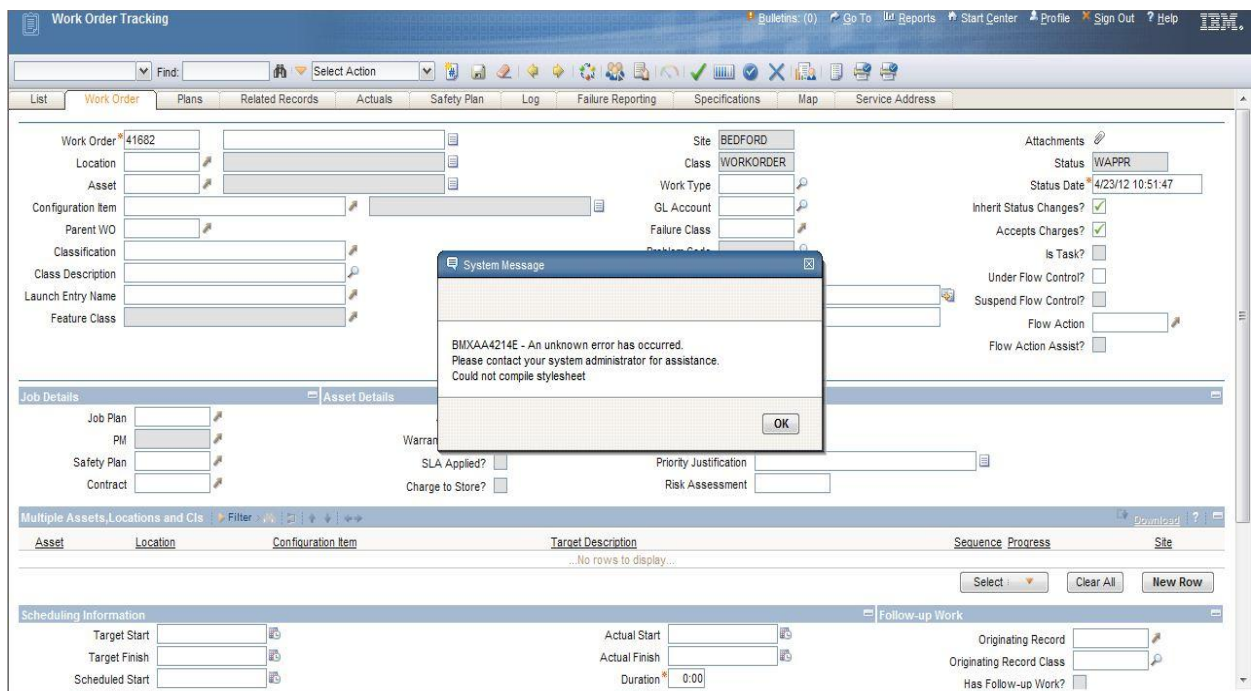
Figura 53 Work Order Maximo

In una modalità più semplice si è pensato di ottenere dal software in uso Work Orders come il seguente.

Codice Attività : MC	**Tipo di Attività:** Sostituzione
Componente: Vetro	**Location:** Campus, Edificio, Floor.
Descrizione: Sostituzione di un vetro danneggiato	**Immagini, disegni etc.:** Upload ⇧
Tempo richiesto: 1h	
Personale richiesto: 2 operatori	
Tipologia di Interveniente: Tecnico Specializzato	
Come Operare **1** Rimuovere vetri e schegge presenti sul telaio ; **2** Rimuovere l'infisso e poggiarlo su un piano di	

lavoro;

3 Ripulire bene con un raschietto il telaio dalle schegge;

4 Rimuovere la cornice con una tenaglia e pinza fissata con chiodi ;

5 Asportare residui di calce, stucco, silicone con l'aiuto di uno scalpello;

6 Carteggiare la superficie su cui si poggia la nuova lastra di vetro;

7 verificare che lo spessore del nuovo vetro sia compatibile

8 inserire il nuovo vetro nel telaio e fissarlo con lo stucco, silicone e chiodi;

9 Attendere 24h;

10 Rimuovere residui di collante, stucco e riverniciare dove necessario;

11 Rimettere in sede la porta facendola scorrere lungo i cardini;

12 Verificare che il nuovo vetro sia saldo nella sua posizione;

Strumenti necessari:
Gruppini,raschietto ,guanti, tenaglia, pinza,stucco, silicone e chiodi,collante e vernice.
Tecnologia in uso:

Tabella 13 Esempio di Data Sheet Manutenzione Correttiva

4.5 LA SPERIMENTAZIONE PRATICA

Dopo aver popolato il database nel modo e con le informazioni descritte nel precedente paragrafo, per mezzo dell'App di CMS,presentata nel capitolo 3, sono state addizionate al data Base tutte le porte precedentemente catalogate e presenti nell'edificio G.

Su ciascuna porta è stato collocato un tag NFC nella parte alta a destra, posizione standard così predefinita affinché tutti gli operatori possano incontrare facilmente l'etichetta. Tale etichetta riporta un codice di cinque cifre (del tipo 29064) che è anche questo caratteristica del componente inserito nel database affinché possa così essere facilmente riconosciuto e incontrato nella mole di informazioni del database.

Per registrare il componente ci si è recati presso ogni Porta dell'edificio G, si è apposta l'etichetta nella posizione standard definita, e per mezzo della App si sono inserite tutte le caratteristiche predefinite caratterizzanti quella porta, così come richiesto dal data base.

Figura 54 Applicazione del tag

Una volta inserito, ciascun elemento, a seconda delle sue caratteristiche, entra a far parte di uno dei piani di manutenzione precedentemente definiti e da questo momento in poi ciascun soggetto avente diritto, può recarsi presso il componente e svolgere attività di manutenzione interloquendo, accedendo e scambiando informazioni per mezzo del tag.

4.5.1 SIMULAZIONE

Per studiare il funzionamento del sistema si necessiterebbero almeno tre anni di costante implementazione, miglioramento, studio, e monitoraggio essendo, i benefici riscontrabili nelle attività di manutenzione, analizzabili solo a lungo termine.

Al momento non si dispone di tale tempo e quindi si è scelto di testare il sistema per mezzo di una simulazione.

1. Simulazione Manutenzione Programmata:

Osservando il Piano di Manutenzione, il manutentore sa quando e dove recarsi e come effettuare l'intervento.

Se deve effettuare a partire del 1/01/2014 la Attività di Manutenzione Annuale, che racchiude al suo interno le attività di manutenzione annuale, biennale e triennale, osservano sul data base o direttamente sulla sua App, sa che necessita di 12 gg lavorativi per concludere tali operazioni.

Id Ocorrência	Nome	Id Trabalho	Cliente	Edifício	Periodicidade	Início
4255	Porte Annuale	243	FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Plano de 2 anos (10 repetições) , com visitas em: Janeiro(1), Julho(1), Janeiro(2), Julho(2)	2014-01-01 09:00:00
2626	Torres de refrigeração	107	FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Na segunda Segunda-Feira a cada 4 meses	2014-04-14 09:00:00
2638	Detecção de Incêndios	101	Não definido	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Na última Quinta-Feira de todos os meses	2014-04-24 09:00:00
2639	Detecção de Incêndios	101	Não definido	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Na última Quinta-Feira de todos os meses	2014-05-29 09:00:00
2621	Filtros AVAC	103	Não definido	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Na segunda Segunda-Feira a cada 3 meses	2014-06-09 09:00:00
2640	Detecção de Incêndios	101	Não definido	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Na última Quinta-Feira de todos os meses	2014-06-26 09:00:00
4256	Porte Annuale	243	FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Plano de 2 anos (10 repetições) , com visitas em: Janeiro(1), Julho(1), Janeiro(2), Julho(2)	2014-07-01 09:00:00
4201	Porte Taglia Fuoco	242	FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Na primeira Segunda-Feira a cada 6 meses	2014-07-07 09:00:00
2656	Caldeiras	110	FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	A cada 6 meses no dia 17	2014-07-17 09:00:00
2648	Ar Comprimido - Inspeção	108	FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Todos os anos no dia 22 de Julho	2014-07-22 09:00:00
2641	Detecção de Incêndios	101	Não definido	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)	Na última Quinta-Feira de todos os meses	2014-07-31 09:00:00

Selecione um trabalho para ver informações

Figura 55 Schermata Attività in agenda

Recatosi nel luogo definito di destinazione degli interventi e sul componente in cui si deve operare, l'operatore legge il tag del componente e accede così alla lista delle attività in agenda sullo stesso.
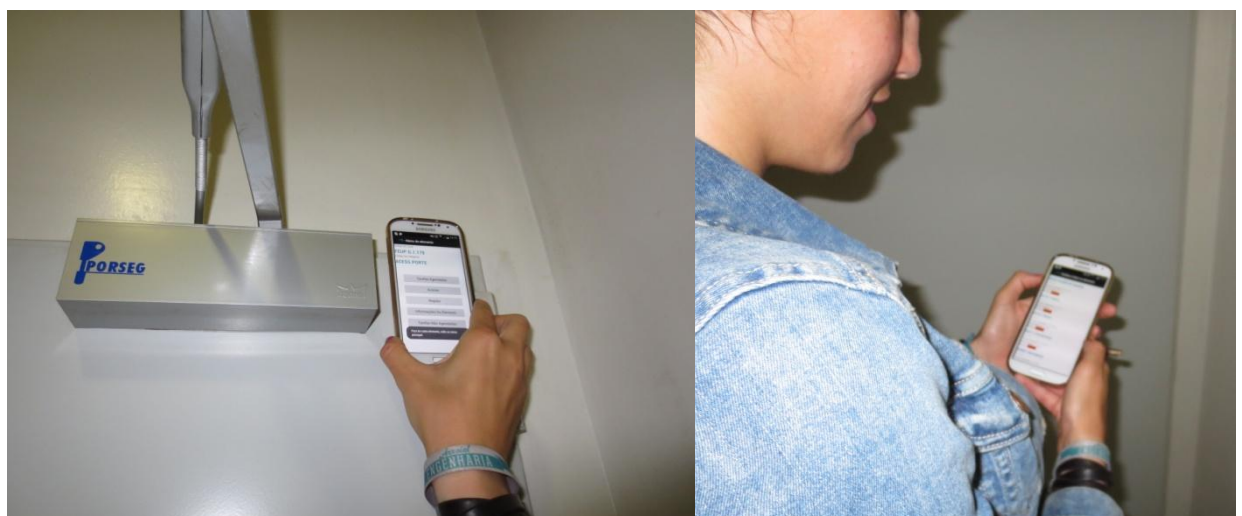
Figura 56 Lettura dell'elemento e visualizzazione delle attività in agenda

Figura 57 Schermata Applicazione

Selezionando la attività che si vuole eseguire, l'operatore ha a disposizione la descrizione della stessa e il tempo medio stimato per l'esecuzione.

Figura 58 Schermata applicazione, esecuzione attività programmata

Una volta eseguita l'attività, in accordo con le indicazioni fornite, questo è chiamato a:

- Inserire eventuali osservazioni finali sull'attività;
- Concludere/ Cancellare/ o porre in Esecuzione l'Attività.

Una volta conclusa l'attività non apparirà più nel piano delle attività in Agenda e l'operatore potrà così passare allo svolgimento di tutte le altre attività in programma, esattamente con lo stesso procedimento.

Il gestore dell'edificio dal suo ufficio, può verificare in tempo reale se l'operatore si è effettivamente recato sul luogo per svolgere l'operazione, a che ora l'ha svolta e se ha postato eventuali osservazioni, accedendo al portale web o dalla stessa applicazione, per mezzo del registro relativo all'elemento in questione , dal suo smartphone. In tal modo egli può vegliare sul contratto di GS più facilmente e sapere se effettivamente le attività per cui il fornitore di servizio è pagato sono svolte e soprattutto nelle tempistiche contrattate.

Figura 59 Registro visite all'elemento
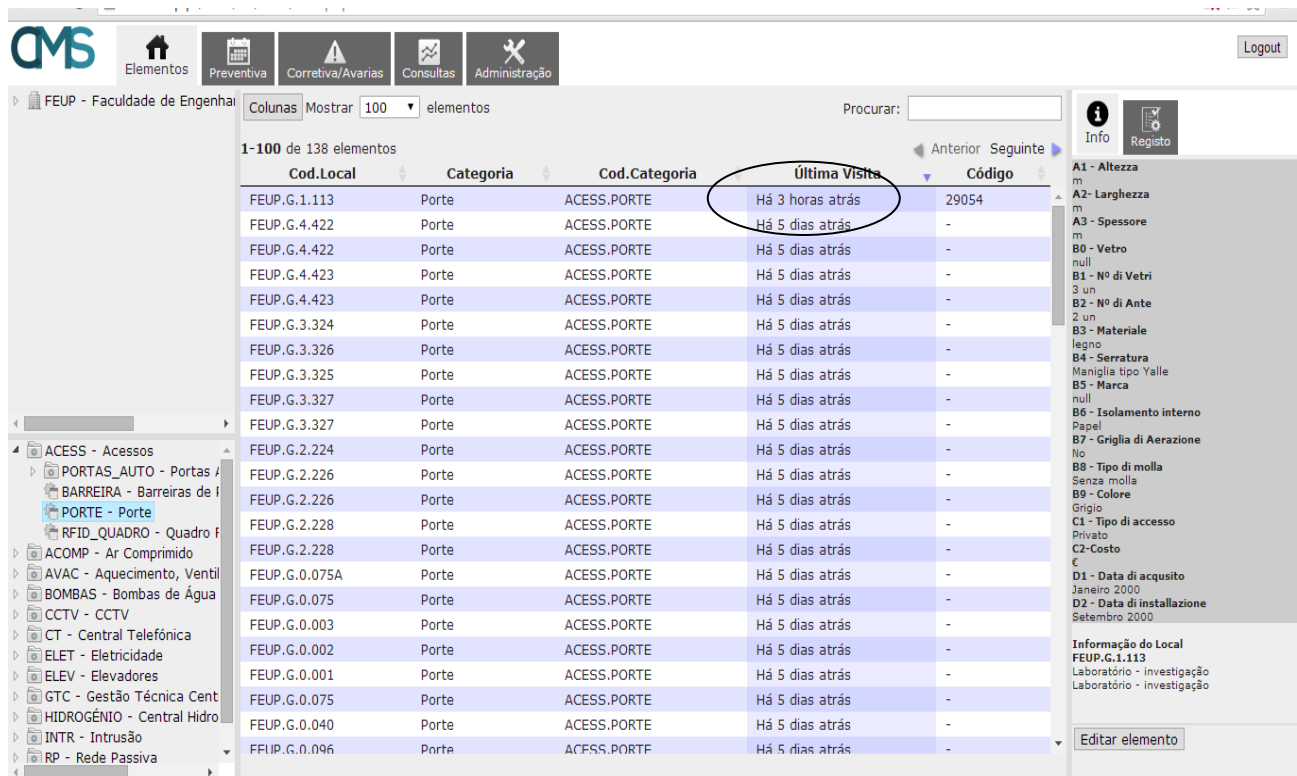
Figura 60 Schermata controllo accesso all'elemento

Figura 61 Schermata Applicazione controllo accesso all'elemento

- Simulazione Manutenzione Correttiva.

Il Manutentore, l'utente o qualsiasi altro soggetto a cui è consentito l'uso della applicazione, può segnalare un problema a cui segue l'apertura di un ticket per l'intervento di manutenzione correttiva. Il guasto riscontrato può essere tra i più comuni, statisticamente riscontrati, e quindi già presenti nel catalogo del database, o può essere di altro tipo.
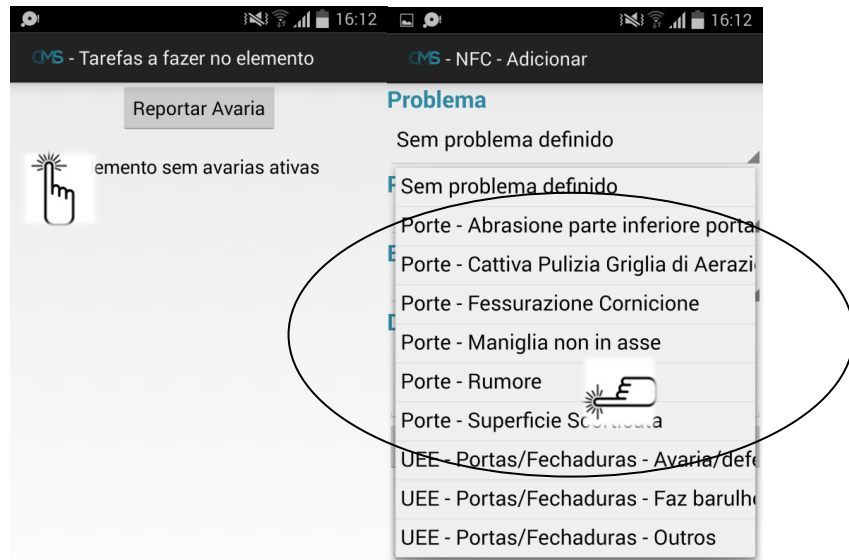
Figura 62 Schermata report guasto
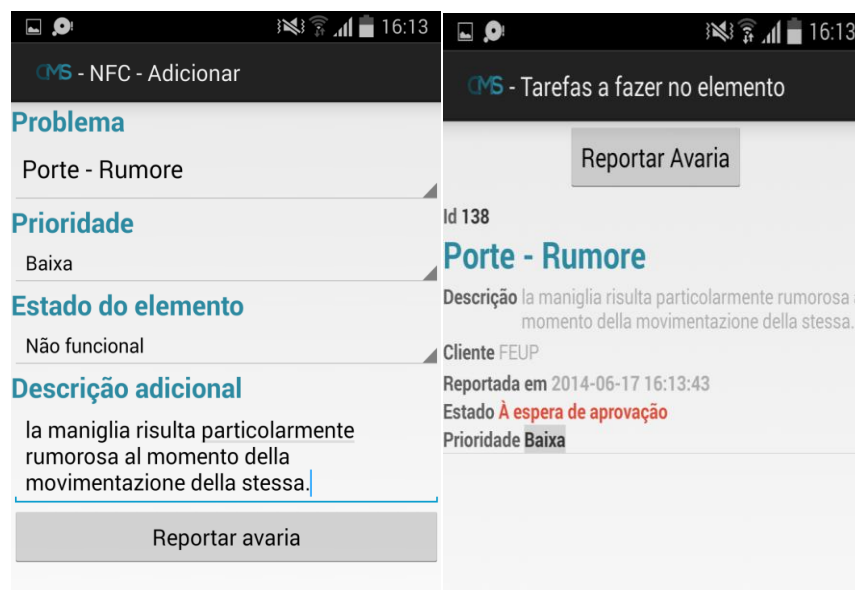
Figura 63 Schermata applicazione report guasto

Una volta selezionato e descritto il tipo di guasto,la sua priorità e lo stato dell'elemento (funzionale, non funzionale o funzionale con restrizioni), questo passa in "Stato di Approvazione". Ciò significa che il tecnico referente o il gestore dell'edificio riceverà una e-mail di allerta di tale guasto o potrà semplicemente visualizzarlo nel portale web.

Una volta aperto tale ticket, questo deve essere approvato dal *building manager* e essere così definitivamente aperto ed posto in esecuzione per la sua risoluzione. Da questo momento in poi le procedure di svolgimento dell'attività sono le stesse che sono state riportate nel primo caso di manutenzione programmata.

Il sistema implementato è stato immaginato come sistema chiuso rispetto all'utenza e si prevede che tutte le attività siano svolte da un soggetto indicato a svolgere tale ruolo (tecnico specializzato). Si preclude dunque, nel contesto di tale sperimentazione, la possibilità di applicare procedure di auto manutenzione.

Capitolo 5

CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

5.1 VANTAGGI E SVANTAGGI

Come già affermato in precedenza, per poter valutare correttamente un sistema di gestione della manutenzione basato sulla interazione tra un sistema informativo e tag RFID applicati a gli EFM dell'edificio ed avere dati reali dell'efficienza o inefficienza dello stesso, bisognerebbe studiarne l'applicazione ad un caso reale per almeno tre anni, essendo i componenti statici degli edifici soggetti a interventi di manutenzioni annuali, quinquennali o addirittura decennali. Ciò dunque non consente in un semestre di avere dati attendibili per poter interpretare correttamente l'utilità e l'efficacia del sistema stesso.

Quello che si può rilevare a valle della esperienza svolta è che tale tentativo di informatizzazione della manutenzione ha certamente dei pro e dei contro, delle opportunità e degli aspetti critici.

Innanzitutto per questione di tempo, costi e praticità, non si sono usati i tag RFID per tale sperimentazione ma i tag NFC, che l'Università FEUP aveva già in uso per i componenti meccanici. Tale tipologia di tag ha lo svantaggio di poter essere letta solo a breve distanza e di avere una memoria di circa 1Kb. Ciò significa che non risulta possibile caricare sui tag, come era stato previsto, immagini e disegni tecnici dell' EFM, per questioni di ampiezza di memoria del tag, ed inoltre, a causa della lettura a corto raggio, ogni manutentore può dirigersi solo e direttamente al componente di suo interesse e deve conoscere dove il tag è posizionato. Se invece fosse stato possibile applicare la tecnologia l'RFID, come previsto, questi svantaggi non si sarebbero presentati, eccetto per il limite di contenuti, che ancora si presenta proibitivo.

A parte tale aspetto negativo, si sono rilevati però diversi vantaggi di tale sistema:

- In primo luogo si può considerare l'aspetto della raccolta e conservazione delle informazioni relative all'edificio e alle attività connesse alla gestione dello stesso. Le informazioni, grazie al sistema informativo connesso ai tag, sono sempre disponibili e facilmente rintracciabili, in quanto è solo necessario accedere al tag per mezzo della applicazione o del software per poter ottenere tutte le informazioni richieste circa le attività manutentive svolte o da svolgere e le caratteristiche dell'elemento interessato. Le informazioni sono salvate nella memoria del tag, e contestualmente nel database, e per questo si garantisce la loro sicurezza. Il risultato ottenuto è di zero informazioni perse e zero tempo perso, cioè una grande efficienza in tale direzione. Si tenga presente che la stessa università FEUP non aveva alcuna informazione circa gli interventi eseguiti in passato sui componenti analizzati e che invece con l'applicazione dei tag agli stessi potrà adesso sempre immagazzinare tutte le informazioni e avere lo storico di interventi eseguiti su quel componente a portata di mano per qualunque occorrenza.

- Un secondo vantaggio connesso al primo è la vita utile del tag; questo è infatti molto longevo, al punto di durare potenzialmente più del componente al quale viene associato. Ciò significa che le informazioni da esso custodite potranno essere considerate come reperti archeologici dei componenti che hanno costituito l'edificio durante la sua vita e potranno permettere di ricostruire e aggiornare continuamente la storia dell' edificio.

- Avere delle informazioni longeve, ordinate e facilmente rintracciabili, in pochi secondi, può consentire di attuare i processi di gestione dell'edificio più rapidamente e con minor costi; Si immagini ad esempio di dover sostituire per una seconda volta un vetro di un infisso e di dover semplicemente accedere al tag per poter conoscere a chi rivolgersi, quale costo dover preventivare come spesa e in quali tempistiche risolvere il problema, senza dover impiegare tempo a contattare le diverse aziende, rivalutare i differenti preventivi, effettuare una scelta che ci sembra la più adeguata e magari impiegare alla fine anche più risorse economiche per svolgere la stessa attività effettuata in passato. Avere sempre a disposizione una *way of working* predefinita è un grande aiuto per il lavoro del BM.

- Ogni tag localizzato sull'EFM riporta tra le varie caratteristiche la localizzazione dell'elemento all'interno del patrimonio immobiliare. Ciò consente all'operatore o al Building Manager, nel momento in cui venga segnalato un guasto di alcun tipo, di sapere esattamente qual è l'elemento in questione e dove esso è precisamente localizzato all'interno dell'edificio.

L'applicazione della tecnologia all'interno degli elementi selezionati, determina inoltre un cambiamento positivo nella gestione dei processi di ispezione e manutenzione. L'introduzione dei tags permette infatti di automatizzare una serie di operazioni come ad esempio la scrittura del nominativo dell'operatore e della data di ispezione. Tale operazione viene effettuata automaticamente attraverso il palmare contenente il reader una volta che questo viene avvicinato in prossimità del tag sul componente. Dopo aver effettuato le operazioni di ispezione e manutenzione, queste vengono scritte direttamente sul palmare e vengono memorizzate sia all'interno di una scheda di memoria, contenuta nel palmare stesso, sia sul tag fissato all'interno dell'impianto. Di conseguenza l'operazione di scrittura dei dati viene effettuata una sola volta e non devono esser scritte le informazioni sia sul "foglio componente" che sul "foglio operatore". Generalizzando questo esempio si può affermare che le informazioni vengono registrate bilateralmente in un'unica volta.

Riguardo ai costi, questi sono praticamente irrilevanti, infatti durante l'esperienza svolta si è appurato che i tag hanno un costo irrisorio e che l'applicazione di questi all'intero edificio G richiede una spesa di massimo 200€ circa. Un po' più oneroso risulterebbe il PAD (reader) di lettura degli RFID, nel caso di utilizzo di questi, spesa non tanto cara nel caso degli NFC, in quanto questi sono leggibili anche per mezzo di un economico smartphone che preveda tale tecnologia.

Importante aspetto positivo di tale sistema inoltre, esclusivamente per l'EFM Porte, potrebbe essere il suo utilizzo per la gestione della Sicurezza dell'edificio e quindi dei cicli di apertura e chiusura dello stesso e del numero di chiavi e dei soggetti in possesso delle stesse. È possibile immaginare che, utilizzando la tecnologia RFID/NFC a tale scopo, si avrebbe sempre prova della garanzia di sicurezza dell'edificio, definendo i profici di

autorizzazione soggetti che accedono a determinate aree dell'edificio e della tracciabilità delle chiavi.

Più importante di tutti, è che tale sistema permette di avere un interessante potere di monitoraggio sull'Outsourcing e sui contratti di Global Service, nonché la facile tracciabilità e la certezza sia degli interventi effettuati che delle informazioni ad esso legate. Ciascun operatore, infatti, quando deve eseguire il suo intervento sul componente, che sia una ispezione programmata, un intervento correttivo o una operazione di semplice pulizia, deve accedere al tag per poter conoscere cosa è necessario fare e come operare. Tale accesso è segnalato nel registro del componente in questione e pertanto può consentire di sapere sempre data e ora di accesso al tag, e cioè di sapere con certezza che l'operatore si sia recato per svolgere l'ispezione nel giorno previsto o per risolvere il guasto improvviso, soprattutto nei tempi di reazione previsti da contratto. La ISO /DIS 37500 del 2013 definisce infatti la *Outsourcing Governance* come il cuore del processo di esternalizzazione di servizi e ha il compito di valutare, monitorare e dirigere tutto il l*ife cycle* del processo in modo olistico, affinché sia assicurato l'ottenimento dei risultati desiderati e la mitigazione dei rischi connessi. L'obiettivo è quello di assicurare l'integrità del servizio e la sua performance affinché rispecchi sempre i fini degli *stakeholders,* singoli e comuni. L'utilizzo degli Rfid in tale fase del processo di outsourcing potrebbe dunque avere un ruolo fondamentale nel miglioramento della attività del monitoraggio dell'esecuzione delle attività da parte del *provider.*

Un altro aspetto di fondamentale importanza legato alla tracciabilità delle informazioni, è la possibilità di dare evidenza agli organi preposti ai controlli ambientali o di igiene e sicurezza (come l'ARPA o altri enti) che le ispezioni e le attività manutentive siano state effettivamente svolte. La tracciabilità delle informazioni può essere letta in relazione al D.Lgs. 231/01. Tale decreto obbliga le organizzazioni ad assicurare costantemente la conformità degli aspetti dell'edificio che si configurano come misure di prevenzione dei rischi per la salute delle persone e per l'ambiente. Per questo motivo gli organismi di vigilanza che le aziende hanno istituito per tutelarsi dai rischi di esposizione alle sanzioni del D.Lgs.231 si pongono l'obiettivo di monitorare la conformità alle leggi applicabili in materia di sicurezza e ambiente. Questo monitoraggio può essere quindi supportato dai sistemi RFID opportunamente studiati. L'ente è infatti sempre responsabile delle sue mancanze che gli giovino o no profitto, seppure realizzate da soggetti subordinati alla sua direzione, in quanto accusabile, in tal caso, di inosservanza dell'obbligo di vigilanza su terzi. Qualunque soggetto appartenente ad una società o ad essa subordinato che non rispetti tale legge, espone la stessa a pena civile o penale a seconda del danno subito da terzi. Il proprietario di un immobile dunque, anche nel caso di delega delle attività in *outsourcing*, è sempre responsabile del suo bene e del rispetto di tutte le leggi. In particolar modo la tracciabilità dell'accesso al tag ci dice anche quale, dei soggetti aventi diritto, hanno eseguito operazioni sul componente o ne hanno modificato il contenuto di informazioni. A titolo di esempio del rapporto tra il decreto 231 e gli RFID si possono considerare le questioni relative alla sicurezza in caso di incendio. Si pensi dunque di applicare i tag RFID a tutte le attrezzature antincendio di un immobile e poter così dimostrare sempre, e soprattutto nel caso in cui si presenti un incidente, di aver rispettato tutti gli adempimenti di legge, grazie alla possibilità di tracciare in qualsiasi momento, rapidamente e in modo certo, tutti gli accessi effettuati dagli operatori sull'elemento monitorato. L'utilizzo del tag rfid può risultare molto importante – sempre in relazione al tema della responsabilità prevista dal decreto 231/2001 - per l'individuazione delle responsabilità in caso di incidenti o altre problematiche, soprattutto per il proprietario o gestore dell'immobile, che ha la responsabilità anche sui soggetti a lui subordinati. In tal

modo infatti, è per lui possibile trasferire la responsabilità, in alcuni casi, direttamente al soggetto che ha commesso l'errore.

Un altro aspetto che può essere valutato positivamente rispetto al tema del monitoraggio dei processi tramite tag rfid è relativo alla valutazione degli indicatori di prestazione. In tal senso si è fatto in riferimento alla UNI CEN 15341 relativa ai Key Performance Indicators (KPI) dell'attività di manutenzione, con l'obiettivo di valutare in che modo la tecnologia RFID possa avere impatto sulla misurazione di tali KPI..

In particolare si è valutato che il sistema può contribuire nei confronti degli "Organizational Indicators", in particolare per i quattro seguenti:

- $O11 = \frac{\text{Immediate corrective maintenance time}}{\text{Total downtime related to maintenance}} \times 100$

  Al momento della segnalazione di un guasto, immediatamente il responsabile di riferimento riceve una e-mail e avvia rapidamente così la procedura di manutenzione correttiva. Inoltre se il problema riscontrato è tra quelli che si ripetono più frequentemente,ed è quindi già presente nel database, la sua risoluzione è già definita e descritta con tanto di preventivo e contatti, nel caso sia necessario avvalersi di un interveniente esterno. Soprattutto il sistema è in grado di attestare l'effettivo passaggio dell'operatore sul componente, nonché il tempo di passaggio e di reazione alla segnalazione del guasto, e di verificarne il rispetto delle tempistiche contrattate. Il risultato dunque è una riduzione dell' "immediate corrective maintenance time" sul "downtime" totale.

- $O17 = \frac{\text{Immediate corrective maintenance man hours}}{\text{Total maintenance man hours}} \times 100$

  Per le stesse ragioni, descritte nel precedente punto, l' "immediate corrective maintenance time", per affetto del sistema RFID, subisce una riduzione anche se calcolato in funzione dell'unità di misura "man hours".

- $O22 = \frac{\text{Number of work orders performed as scheduled}}{\text{Total number of scheduled work orders}} \times 100$

Anche in questo caso, il BM può monitorare sempre e facilmente se il manutentore dell'azienda fornitrice di servizi si sia recato o no sul posto per eseguire l'ordine di lavoro in programma, verificandone il rispetto del tempo di azione e di esecuzione previsto. In tal modo il fornitore di servizi è motivato a eseguire le attività secondo il programma, e a rispettare il contratto di GS, e per tanto da ciò risulterà un aumento degli ordini di lavoro "performed as scheduled". Ciò significa avere meno ritardi sulle attività manutentive, maggior rispetto del piano di manutenzione e quindi una gestione dell'edificio più proficua ed efficiente.

- $O24 = \frac{\text{Number of internal direct maintenance people using software}}{\text{Number of internal direct maintenance personnel}} \times 100$

L'introduzione all'interno del processo manutentivo di tale sistema aumenterà l'informatizzazione del personale, in quanto obbligato all'uso dell'applicazione sul proprio PAD per eseguire tutte le operazioni. Solitamente il personale manutentivo si presenta

avverso e inflessibile di fronte all'uso di tali tecnologie, ed è pertanto di fondamentale importanza la formazione del personale stesso, educandolo a percepire l'utilità di operare con tali mezzi informatici. Si avrà così un personale ben disposto, capace e preparato a collaborare per raggiungere l'obiettivo di una gestione dell' edificio ottimale.

5.2 CONCLUSIONI

A Building is an investment: poor performance means a loss of money.(Lopez, 2000).

Buildings are "productivity engines". A poorly performing building and its systems directly impact the "bottom line" and the "mission" for which the building was built in the first place. By redefining buildings as "productivity engines" in which value is added, net profit is generated, and unnecessary costs avoided, owners will come to view quality in a very different light. A higher performing building with a smooth functioning HVAC system produces a higher level of productivity by its occupants. This fact is especially important in today's concern over indoor air quality (Dorgan, HVAC&R Center in Wisconsin). [Vittorio Cesarotti,2013]

Utilizzare un processo efficace di gestione, è per i proprietari dell'edificio e per il Building Manager molto importante per diverse ragioni. Prima di tutto, l'ottenimento di miglioramenti di performance dell'edificio può ridurre i costi dovuti alle assenze dei lavoratori per malattia e di perdite di produttività causate dal *discomfort* dei lavoratori e dai loro reclami. Coloro che svolgono il loro impiego in condizioni confortevoli, sono infatti più produttivi di coloro che lavorano in una condizione disagiata. Inoltre, se l'edificio è ben manutenuto, non si avranno *tenants* insoddisfatti e costretti a cambiare *edificio*, causando così un oneroso costo in termini di perdita di affitto e di spese contrattuali per il proprietario e danneggiando in tal modo anche l'immagine dell'edificio stesso. In ultimo,ma non meno importante, un processo manutentivo attento ed efficace estende la vita dei componenti edilizi, riducendone in tal modo i costi di riparazione e aumentando ragionevolmente il valore dell'*asset*. Come già ampiamente anticipato però, condizione necessaria e sufficiente per un buon processo manutentivo, è lo stoccaggio sicuro e meticoloso delle informazioni connesse all'edificio e alle attività manutentive, e soprattutto una gestione intelligente delle stesse. Il numero elevato degli edifici gestiti dai grandi patrimoni immobiliari e la loro distribuzione su un vasto territorio infatti, fa si che gli aspetti legati alle attività di ispezione, monitoraggio dello stato di funzionamento e manutenzione siano aspetti critici e di difficile organizzazione. Valutando le attuali procedure con cui vengono gestiti gli immobili e soprattutto le informazioni, soprattutto nell'edificio in esame, si è evidenziato come fossero presenti delle criticità di pianificazione e del controllo delle prestazioni e di monitoraggio e stoccaggio delle informazioni relative alle attività eseguite sui singoli componenti e allo stato in cui gli stessi vertono.

Per ovviare a queste criticità, supportare e automatizzare alcune operazioni che prima venivano effettuate manualmente dagli operatori, come descritto nel lavoro, si è utilizzata la tecnologia NFC. Purtroppo, come già accennato, non è stato possibile, per mancanza di tempo, raccogliere i pareri degli operatori e dei gestori, durante la fase di applicazione del sistema e valutarne quindi l'effettiva utilità, né utilizzare la tecnologia RFID per problemi di già definita configurazione del software. Sicuramente però è noto che la manutenzione è un costo di gestione importantissimo, nonché rilevante e rendere tale costo più abbordabile e soprattutto il processo più semplice e veloce è una grande conquista nella gestione dei grandi patrimoni immobiliari aziendali.

Tali obiettivi sono già stati raggiunti dal sistema RFID nell'applicazione dello stesso ai componenti meccanici. Ma, dopo tale fase di ricerca e tentativo di applicazione, cosa si può affermare a proposito dei componenti "statici"quali sono i componenti edilizi in senso stretto? Non si incorre nella minaccia che tale sistema sia solo un lusso poco efficiente?

Considerati quindi i vantaggi sopra elencati, i costi ridotti e il fatto che i tag siano adattabili ad un qualunque sistema informativo già in possesso dell'azienda, con un modesto investimento, credo che sia importante non rinunciare a tale opportunità, seppure non totalmente rivoluzionaria e rendere così più rapido e semplice il lavoro e soprattutto avere sempre a disposizione il patrimonio delle informazioni del proprio patrimonio immobiliare, tesoro per il lavoro del BM e permettendo il controllo dei contratti di GS e i rapporti di Outsourcing in maniera più facile e sicura.

Punti di Forza:

-Scrittura univoca ed automatica delle informazioni rilevate sul tag e sul database;

- Informazioni esaustive,standardizzate e disponibili sempre e rapidamente;

- Longevità del tag;

- Registro preciso di tutti gli accessi al tag e del soggetto che esegue l'accesso allo stesso;

-

Punti di Debolezza:

- limiti di memoria del tag;

- corto raggio di lettura per gli NFC;

- l'applicazione del sistema richiede di affrontare una costo, sebbene non eccessivo;

Opportunità:

-Gestione più semplice ed efficace della sicurezza del edificio;

-Eliminazione del cartaceo e relativa archiviazione sicura;

- Incidenza positiva su alcuni KPI del processo manutentivo;

- Miglioramento del controllo sui contratti di GS e della *Outsourcing Governance (ISO 37500)*.

- Disponibilità costante di una *way of working;*

-Tracciabilità dei dati e attestazione dell'effettivo passaggio dell'operatore sull'EFM ispezionato.

- Possibilità di dimostrare sempre il rispetto degli adempimenti di legge (D.Lgs 231/2001)*;*

- Definizione delle responsabilità sulle operazioni eseguite;

- Prodotto edilizio più attraente e affidabile agli occhi del cliente.

Minacce:

- sistema di lusso per la manutenzione degli edifici;

- personale non sufficientemente predisposto o impreparato all'uso della tecnologia;

Tabella 14 Matrice Swot Tecnologia RFID

5.3.SVILUPPI FUTURI

Affinché il lavoro possa dare dei frutti più interessanti ci si aspetta che la tecnologia RFID si evolva fino al raggiungimento di alte prestazioni a bassissimo costo. In prima linea, il modo migliore per rendere tale tecnologia davvero innovativa ed indispensabile per la gestione della manutenzione è il superamento del limite di contenuti minimi del tag. Secondo la legge di Moore, formulata nel 1965, i microprocessori raddoppiano le loro prestazioni ogni 18mesi. Si immagini che tale legge sia applicabile oggi a tutta la tecnologia,si potrebbe prevedere, in cinque anni, tag quattro volte più evoluti, con una capacità di memoria di gran lunga superiore e meno costosi, capaci di ospitare immagini

tridimensionali, disegni tecnici e collaborare con la realtà aumentata. Si pensi quali vantaggi si potrebbero trarre qualora il tag fosse capace di contenere immagini e disegni tecnici del componente edilizio a cui è applicato, mantenendo un costo abbordabile. Per esempio, si immagini che aiuto avremmo posizionando un tag in una parete e conservando in esso in sicurezza i disegni tecnici della stessa, in cui si segnalano gli impianti contenuti nella parete e dove sono posizionati, cosicché ogni qual volta si debba intervenire sul componente sia possibile sapere dove e come operare senza far danni.

In seconda battuta, sarebbe ottimale che i produttori stessi dei componenti investano in tale tecnologia e offrano il servizio ai loro clienti, vendendo il componente con il tag già in dotazione all'interno dello stesso, contenente il manuale di uso e manutenzione e qualsiasi altro tipo di informazione tecnica o utile ai fini manutentivi.

Altrettanto interessante per gli sviluppi futuri del sistema, potrebbe essere l'entrata nel mercato di tag economici contenenti sensori acustici, termici etc. che siano in grado non solo di stoccare informazioni e scambiarle, ma anche di produrne, comunicandole al SI.

La necessità di custodire, usare, standardizzare e rendere interoperabili le informazioni relative all'edificio, attraverso l'intera vita dell'asset, trova risposta oggi anche nel progresso del Building Information Modeling (BIM). Tale tecnologia in rapidissima diffusione, migliora la generazione e la gestione delle informazioni digitali relazionate alle caratteristiche di una *facility*, semplificando le attività di gestione e controllo delle attività connesse ai servizi per i proprietari del patrimonio e ottimizzando la loro pianificazione ed esecuzione dal primo livello di design attraverso la fase di Operations and Maintenance. Perché non pensare alla possibilità di connettere queste due tecnologie per perseguire un comune obiettivo di gestione efficace ed efficiente dell'edificio? L'RFID consente di trasferire informazioni reali ad un edificio reale, in tempo reale e potrebbe contenere al suo interno quei dati che spesso sono implementati col BIM e muoiono nella fase progettuale, affinché se ne abbia la tracciabilità a lungo termine. Ciò non richiede la creazione di nessun nuovo modello, ma solo l'estensione di modelli esistenti affinché siano un valido supporto nel mantenimento delle copie digitali delle informazioni circa le condizioni di utilizzo di una *facility,* riducendo gli errori derivanti dall'introduzione manuale delle stesse e della compilazione cartacea. Un lavoro condiviso tra le due tecnologie potrebbe ulteriormente cambiare e migliorare la strutturazione dei processi manutentivi verso nuovi orizzonti e risultati e garantire maggiore produttività e sicurezza ai gestori.

In riferimento al tema della c*ompliance* e della responsabilità amministrativa, introdotta dal DLgs 231/07, è necessario sviluppare in maniera più approfondita il tema e comprendere in che modo implementare il sistema per assicurare una gestione sicura e produttiva dei dati relativi a questi due temi fondamentali. In particolare si può pensare a come poter lasciare a bordo del sistema evidenza dei certificati di prova e delle dichiarazioni di conformità, abolire, per esempio, le etichette degli estintori e sostituirle con un tag contenenti tutte quelle informazioni critiche per dimostrare la sicurezza dell'impianto.

In ultimo, si deve pensare in che modo garantire che il sistema sia sicuro e gestirlo affinché possa essere usato solo dagli aventi diritto e che nessun soggetto esterno possa accedere ai tag e modificarne le informazioni a suo piacimento.

Per quanto riguarda la sperimentazione applicata all'edificio della Università di Porto, in Portogallo, presentata in tale lavoro, come già anticipato, deve essere monitorato il sistema applicato al componente porte per un lungo periodo e, nel caso si abbiano soddisfacenti risultati, può essere esteso a tutti i componenti statici dell'edificio, dapprima,

e del campus, successivamente. L'applicazione del sistema deve essere monitorata, per poterne valutare i risultati e, i possibili e necessari miglioramenti futuri e comprendere se si tratti effettivamente di un utile strumento, come si è immaginato, o solo un lussuoso strumento di gestione delle attività manutentive.

Il sistema inoltre, come già anticipato, è stato sviluppato come sistema chiuso, in cui è prevista l'esecuzione delle attività manutentive per mezzo della tecnologia RFID, solo per mano del tecnico incaricato. Si pensi però al sistema World Class Manufacturing (WCM), utilizzato dalle aziende affinché le attività svolte siano orientate alla realizzazione di progetti (*Kaizen*) i cui obiettivi sono: zero difetti, zero guasti, zero sprechi e zero magazzino, finalizzate ad una generale riduzione dei costi dello stabilimento. Per raggiungere tali obiettivi, uno dei pilastri su cui si basa tale sistema è *l'Autonomus Maintenance o* auto manutenzione, per cui si prevede l'implementazione di processi produttivi all'interno dei quali le attività basilari di manutenzione non sono più di responsabilità dell'ufficio di manutenzione, bensì dell'utente (addetto macchina). Esemplare in tal senso è l'esperienza di Toyota, raccontata da Toyo Ito, nel saggio *Lo spirito di Toyota.* Visto dunque che il sistema implementato in tale sperimentazione è a prova di errore, segnala e descrive le attività da eseguire sul singolo EFM, e rende possibile il caricamento a bordo del tag di tutte le indicazioni per l'esecuzione di procedure manutentive minimali, si può immaginare di trasformare, in futuro, il sistema in un sistema aperto, in cui l'utente potrebbe svolgere attività di auto manutenzione, agendo così efficacemente sui costi legati alla gestione di tale attività.

	Scenario Futuro	Condizioni per la realizzazione dello scenario	Vantaggi
Realtà Aumentata	Possibilità di caricare sul tag immagini e disegni tecnici del componente edilizio a cui è applicato e di avere così a disposizione sul campo sempre un quadro completo dell'EFM. Si avrebbe così un grande aiuto, per esempio posizionando un tag in una parete e conservando in esso in sicurezza i disegni tecnici della stessa, in cui si segnalano gli impianti contenuti nella parete e dove sono posizionati, cosicché ogni qual volta si debba intervenire sul componente sia possibile sapere dove e come operare senza far danni.	La memoria dei tag deve raggiungere una memoria superiore ad 1Mb per potervi caricare una immagine e altre informazioni.	-Localizzazione rapida degli impianti nelle pareti; - Tracciabilità e disponibilità dei documenti di progetto dell'EFM; - Operare con più consapevolezza;
EFM con tag integrato	Possibilità di poter acquistare gli EFM con il tag integrato, applicato dal produttore, con il manuale di uso e manutenzione dello stesso già caricato.	Disponibilità dei produttori ad affrontare una spesa di 1cent/EFM per offrire un servizio aggiuntivo ai loro clienti.	-Tracciabilità e disponibilità del manuale d'uso e manutenzione; - Disponibilità di un tag già attivo all'interno dell'EFM;
Tag con sensori	Possibilità di utilizzare, ad un prezzo accessibile, tag con sensori (termici, acustici etc..)affinché sia possibile ottenere dall'EFM preziose informazioni	Investimenti nell'evoluzione tecnologica del tag RFID.	-Capacità dell'edificio di comunicare, per mezzo del sensore, con il SI.

	aggiuntive.		
Connessione BIM-RFID	Possibilità di connettere la tecnologia BIM con la tecnologia RFID nel perseguimento di obiettivi comuni di gestione efficace ed efficiente dell'edificio.	Estensione dei modelli esistenti affinché siano un valido supporto nel mantenimento delle copie digitali delle informazioni circa le condizioni di utilizzo di una *facility,* riducendo gli errori derivanti dall'introduzione manuale delle stesse e della compilazione cartacea.	-Possibilità di giovare di entrambi i vantaggi delle due tecnologie contemporaneamente; -Completa informatizzazione dei processi manutentivi;
Certificati di prova	Possibilità di lasciare a bordo del sistema traccia dei certificati di prova e delle dichiarazioni di conformità.	Evoluzione tecnologica del tag.	-Tracciabilità delle informazioni; -Prova inconfutabile del rispetto degli adempimenti di legge; -Abolizione di certificati cartacei, come le etichette degli estintori;
Auto Manutenzione	Implementazione di un sistema aperto, in cui all'interno dei processi manutentivi, le attività basilari di manutenzione non sono più di responsabilità dell'ufficio di manutenzione, bensì dell'utente	L'utente, ossia colui che lavora con o nel contesto in cui si trova l'EFM in questione, deve essere disponibile e formato al compito di manutentore occasionale.	Vantaggi sui costi legati alla gestione della attività.

Tabella 15 Quadro sinottico scenari futuri di sviluppo della tecnologia

Bibliografia

[1] Giancarlo Paganin, *L'acquisizione delle informazioni per la manutenzione dei patrimoni immobiliari*. Gruppo Editoriale Esselibri Simone,Napoli , 2005.

[2] Luìs Carlos Silva Veiga Martins. *Informática na manutenção de edifìcios,Utilização de Sistemas de Identificação por RFID.* Tesi Specialistica in Ingegneria Civile, Facoltà di Ingegneria della Università di Porto, 2011.

[3] Calejo, Rui. *Manutenção de edifícios: análise e exploração de um banco de dados sobre um parque habitacional*. Tesi di laurea magistrale, Facoltà di Ingegneria della università di Porto, 1989.

[4] Calejo, Rui. *Gestão de edifícios: modelo de simulação técnico-económica*. Tesi di dottorato, Facoltà di Ingegneria della Università di Porto, 2001.

[5]Ana Alves. *Sistemas Integrados de Manutenção.* Tesi di laurea magistrale, Facoltà di Ingegneria della Università di Porto,2008.

[6]Susana Castiajo. *Manutenção de Edificios sistema solare térmicos.*Tesi di laurea magistrale, facoltà di Ingegneria della Università di Porto,2012

[7] Luciano Furlanetto, Marco Garetti, Marco Macchi,*Principi generali di gestione della manutenzione.*Editore Franco Angeli,Milano 2006.

[8] Luca Braglia, Guido Marcheselli, Davide Fania, Ezio Colleoni, Michele Andreoletti, Maddalena Branchi. *Adozione della tecnologia RFID in strutture sanitarie. L'esperienza dell'A.O. Ospedali Riuniti di Bergamo.*

[9] Gianni Bianchini. *Una nuova tecnologia applicata alla manutenzione: impatto sulla privacy.* IV Convegno Sistemi Informativi di Manutenzione, Siena, 2005.

[10] Ethan Ferrario. *Agropoli: la gestione del verde con i taf RFid.* The Bitz Loft Digital news,2011. (http://thebizloft.com/agropoli-gestione-del-verde-con-i-tag-Rfid/#.Uywqi6ghCSo).

[11] Claudio Molinari. *Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia.* Sistemi Editoriali, Milano,2002.

[12] Bruzio Bisignano. *Sicurezza e manutenzione cento anni di storia .*

[13] Bureau Securitas Institut Technique du Batiment et de Travaux Publics, *"Étude Statistique de 10000 des sinistres"* 1980.

[14] ANCE. Direzione affair economici e centro studi, *Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni*, 2012(http://www.ance.it/docs/docDownload.aspx?id=6739)

[15] Ordine Architetti di Milano, Riuso 2012. *Il potenziale (espresso e inespresso) dell'attività di riqualificazione.*

[16] Burratino, S. *A Inserção do Projecto dos revestimentos de Argamassa de Fachada no Processo de Produção do Edifício*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, ISSN 0103-9830, São Paulo, 1997

[17] Gabriella Caterina, Silvano Curcio, Claudio Molinari, Giancarlo Paganin, Cinzia Talamo. *L'innovazione della normativa tecnica per i patrimoni immobiliari, Dai piani di manutenzione al Global Service.* Sessione Manutenzione Edilizia.

[18] UNI, *Norma n.10951*, Commissione Manutenzione, Sottocommissione "Manutenzione dei patrimoni immobiliari", Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari. Linee guida, 2001.

[19]UNI EN 15331:2011,Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili.

[20] *C*. Talamo (presentazione di M.C. Treu - Saggio introduttivo di C. Molinari)*, Il sistema informativo immobiliare,* Sistemi Editoriali, 2003.

[21] *Scenari PA: Innovare con l'RFID,La soluzione pacchettizzata di SAP per l'RFID: AII (Auto ID Identification),(http://www.sap.com/solution/lob/scm/software/auto-id-infrastructure/index.html)*

[22] Christine Legner, Frédéric Thiesse. *RFID-Based Maintenance at Frankfurt Airport, The airport's operating company integrated RFID and a mobile application with its asset management systems. Benefits include better planning, control, and documentation of technicians' work as well as improved process quality.* Pervasive Computing, RFid Technology, 2006.

[23] *Case History ENEL Bulgaria,* RFID Global ValueChain by Softwork, 2013.(http://www.rfidglobal.it/case-history-enel-bulgaria)

[24] *La Metropolitana di Londra usa tag RFID per la manutenzione delle scale mobili,* Cerpi Centro ricerche per le politiche dell'innovazione. 2009

[25] Càtia Filipa Cardoso Santos. *Manutenção das Soluções Construtivas de edificios com valor patrimonial, Elemento Fonte de Manutenção: Pavimentos.* Tesi di laura magistrale in ingegneria civile, Facoltà di ingegneria dell'università di Porto, Porto 2012

[26] Chien-Ho Ko Department of Civil Engineering. *RFID-based Building maintenance system.* National Pingtung University of Science and Technology, 1, Shuefu Rd., Neipu, Pingtung 91201, Taiwan, ROC, Automatic In Construction,2009.

[27] Heming Wang Xingpei Du Fan Zhang Wenjiao Li. *Application of RFID Technology in Elevator Maintenance Supervision*. Department of Information Engineering Zhengzhou University Zhengzhou, China.

[28] Esin Ergen. *Tracking Components and Maintenance History within a facility Utilizing Radio frequency Identification Technology,* Journal of Computing in Civil Engineer, ASCE, 2007.

[29] Franco Musiari, Ubaldo Montanari. *RFID Fondamenti di una tecnologia silenziosamente pervasiva.* Fondazione Ugo Borgoni

[30]MondoRFID,(http://www.mondorfid.com/8.2_normativa_rfid_standard_iso_bande_di_frequenza.asp).

[31] *RFID in aeroporto: a Malpensa bagagli e manutenzione di gestiscono con i tag.* The BIz Loft, Maggio 2013(http://thebizloft.com/rfid-in-aeroporto-malpensa/#.U0PTGqh5OSo)

[32] Emanuele Dovere, Ricercatore presso CELS, Università degli studi di Bergamo, Fabio Floreani, Ricercatore Consorzio Intellimech, Emilio D'Alessio, Responsabile area esercizio Uniacque Spa,*La tecnologia RFId a supporto delle attività manutentive,Le applicazioni previste sulle reti di acquedotto e fognatura nel sistema idrico integrato. (*http://www.manutenzione-online.com/).

[33] Montanari S.r.l., *Uso degli RFID nelle lavanderie industriali.(*http://it.montanariengineering.com)

[34]Claire Swedberg, *Carlsberg UK Expands RFID Keg-Tracking System,* RFID Journal, 2014.

[35]Claire Swedberg, *PR Construction Uses RFID Building-Security Solution,* RFID Journal, 2014.

[37] Dominguez-Péry, C. ; Ageron, B. ; Neubert, G*, A service science framework to enhance value creation in service innovation projects. An RFID case study*.International Journal of Production Economics.

[38] Hu Sheng ; Jinxiu Luo, Jie Zeng ; Meng Zhang; *The Intelligent Video Playback System Based on RFID Technology,* Journal of Networks, 2012.

[39] Lee, In ; Lee, Byoung-Chan, *An investment evaluation of supply chain RFID technologies: A normative modeling approach.* International Journal of Production Economics, 2012.

[40] Macbeth, Douglas K. ; de Opacua, Amaia Ibanez *Review of Services Science and possible application in rail maintenance,* European Management Journal, 2010, Vol.28(1), pp.1-13.

[41] Ali Motamedi , Mohammad Mostafa Soltani b, Amin Hammadc, *Localization of RFID-equipped assets during the operation phase of Facilities*, Special Individualized Program (SIP), Concordia University, 2145 Mackay Street, S204, Montreal, Quebec H3G 2J2, Canada, Advanced Engineering Informatics, Volume 27, Issue 4, October 2013, Pages 566–579.

[42] Claus Aumund-Kopp, *Intelligence inside metal components* Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Press Release Nov 23, 2009.

[43] Birgit Niesing, *The Digital Building- Security starts at the door,* Fraunhofer Institute Magazine, 2009.

[44] Artur Krukowski, Dusan Arsenijevic, *RFID-based Positioning for Building Management Systems*, Peania, Grecia.

[45] Chien-Ho Ko, PhD*, Applying RFID Technology in Building Maintenance,* National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan

[46] Inquadro,*Velocità,Sicurezza e Trasparenza: L'RFID applicato alla gestione documentale,* Università di Messina,

[47] Zixiang Cong, Kai Mo, Karsten Menzel, Development of a RFID-Based Building Maintenance System for Facility Management, Departmental of Civil Engineering, University College Cork, Ireland.

[48] A. Motamedi, S. Setayeshgar, M. M. Soltani, A. Hammad, *Extending BIM to incorporate information of RFID tags attached to building assets,* 4th Construction Specialty Conference,2013, Montrèal, Quebec.

[49] Karen Conneely, (2009) "Managing corporate assets with RFID", Assembly Automation, Vol. 29 Iss: 2, pp.112 - 114

[50] Yusuke Ikemoto, Shingo Suzuki, Hiroyuki Okamoto, Hiroki Murakami, Hajime Asama, Soichiro Morishita, Taketoshi Mishima, Xin Lin, Hideo Itoh, (2009) "Force sensor system for structural health monitoring using passive RFID tags", Sensor Review, Vol. 29 Iss: 2, pp.127 – 136

[51] Sule Itir Satoglu, Alp Ustundag, *Value of RFID Enhanced Maintenance in Aerospace Industry,* Springer London,2013.

[52] Chi-Yung Yau, David Baglee, *The Development of a Mobile e-maintenance system utilizing RFID and PDA Tecnologies,* Springer London, 2010.

[53] Linda Castro, Elisabeth Lefebvre, Louis A. Leffebvre, *Adding Intelligence to mobile Asset management in Hospitals: The true Value of RFID,* Spring London, 2013.

[54] Ravdeep Kour, Ramin Karim, Aditya Parida, Uday Kumar, *Applications of radio frequency identification (RFID) technology with eMaintenance cloud for railway system*, Springer India, 2014.

[55] Abrar Haider, Andy Koronios, *RFID for Asset Management: a Fact or Fad,* Springer London, 2006.

[56] Moon, S. and Yang, B. (2010). *"Effective Monitoring of the Concrete Pouring Operation in an RFID-Based Environment." J. Comput. Civ. Eng., 24(1), 108–116.*

[57] Lin, Y., Cheung, W., and Siao, F. (2014). "Developing mobile 2D barcode/RFID-based maintenance management system." *Automation in Construction*, 37, 110-121.Online publication date: 1-Jan-2014.

[58] Kim, S. and Kim, Y. (2012). "Workforce information database system to support production planning in construction projects." *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(6), 867-878.

[59] Ju, Y., Kim, C., and Kim, H. (2012). "RFID and CCTV-Based Material Delivery Monitoring for Cable-Stayed Bridge Construction." *Journal of Computing in Civil Engineering*, 26(2), 183-190.

[60] Kim, S. and Kim, S. (2011). "RFID Technology Applications with PMIS for Managing RMC Truck Operations." *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 11(5), 468-481.

[61]*Shengguang Meng,* Dickson K. W. Chiu, Eleanna Kafeza, Liu Wenyin, Qing Li, *Automated management of assets based on RFID triggered alarm messages,* Springer US,2010.

[62] Krystyna Dziadak, Bimal Kumar, James Sommerville, *RFID in the Built Environment: Buried Asset Locating Systems*, Springer Berlin Heidelberg, 2006.

[63] Gursans Guven, Gokhan Demiralp, Esin Ergen, *Value of RFID Technology in Construction Supply Chains,* Springer London, 2013.

[64] Pone A. - Pone E. "Le Procedure di Manutenzione - Una panoramica sulla loro tipologia, struttura e contenuti - Il Sistema Organizzativo di Manutenzione - Parte 3za"; Manutenzione, Tecnica e Management - Thomas Industrial Media srl; *A.I.MAN Associazione Italiana di Manutenzione,Febbraio 2008.*

[65] Arredare e Costruire, Una finestra sull'architettura (http://www.arredareecostruire.com/le-porte/172)

[66] Moreira, M., Flórido, F., *Sistema de vãos envidraçados em caixilharia mista: madeira-alumínio.*Lavoro realizzato nell'ambito della disciplina di Tecnologias de Sistemas Construtivos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

[67] Santos, H., Duarte, J., *Caixilharias em aço inox.* Lavoro realizzato nell'ambito della disciplina di Tecnologias de Sistemas Construtivos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

[68] Viegas, J., *Patologia e reparação de caixilharia em edifícios.* Curso sobre Conservação e reabilitação de Edifícios Recentes (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), 13 de Novembro de 2002, Lisboa.

[69]Kolbe Windows and Doors, *Maintenance Guide*, 2008, Wasau.

[70] Alv and Wood Serramenti, *Manuale di istruzione all'uso e Manutenzione*, 2011,Riccione.

[71] Novoferm Schievano, Istruzioni di Montaggio, 2011, Padova.

[72] Vittorio Cesarotti, *A holistic approach to developing existing building commission in european public real estate.*

[73] Vittorio Cesarotti, Miriam Benedetti, Federico Dibisceglia, Daniele di Fausto, Vito Introna, Giovanni La Bella, Nicola Martinelli, Monica Ricci, Caterina Spada, Massimo

Varani, *BIM-based approach to Building Operating Management: a Strategic Lever to achieve Efficiency, Risk-shifting, Innovation and Sustainability.*

[74] ISO/DIS 37500, *Guidance on outsourcing*, *Lignes directrices sur le management de sous-traitance, 2013.*

[75] Responsabilità amministrativa delle società e degli enti (Dlgs 231)Decreto legislativo 08.06.2001 n° 231 , G.U. 19.06.2001.

[76] Aaron Costin, Nipesh Pradhananga, Dr. Jochen Teizer*, Integration of Passive RFID Location Tracking in Building Information Models (BIM), School of Civil and Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, U.S.A.*

[77] Ali Motamedi and Amin Hammad, *RFID-Assisted Lifecycle Management of Building Components Using BIM Data,* 26th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2009)

[78] C. Talamo*, L'organizzazione delle informazioni nei servizi di gestione immobiliare,* Maggioli Editore,2012.

[79] Sumitomo Osaka Cement e YRP Ubiquitous Networking Lab, *Cyber Concrete*,2007. (http://www.engadget.com/2006/12/18/cyber-concrete-gives-walls-a-voice)

[80] Claire Swedberg, *DPR Construction Uses RFID Building-Security Solution*, RFID Journal, http://www.rfidjournal.com/articles/view?10471#sthash.qEm19Ugv.dpuf.

Appendice A

ALLEGATO III- CATALOGO PORTE EDIFICIO G, DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELLA UNIVERSITA' DI PORTO

Tipologia	Foto	Quantità	Stress d'uso			Informazioni Costruttive						
			under use	normal	over use	Dimensioni(mm)	Materiali	Parti metalliche	Data di vendita	Data di messa in uso	Costo	Tipo di chiusura
1		34	X			1.20 x 2.00 x 0.35 0 0.9 x 2.00 x 0.35	Struttura meccanica interna: legno Isolamento interno: carta di piegatura Pannelli Esterni: Compensato e Vetro Lucido Finiture: Vernice lucida per legno	Maniglia Serratura Cerniere	gen-00	set-00	300€	Maniglia a chiave tipo Yalle

2		132	X	0.9 x 2.00 x 0.35	Struttura meccanica interna: legno Isolamento interno: No Pannelli Esterni: Compensato Finiture: Vernice lucida per legno	Maniglia Serratura Cerniere	gen-00	set-00	250€	Maniglia a chiave tipo Yalle

3		18		X	0.90x2.00x0.35	Struttura *meccanica* interna: legno Isolamento interno: carta di piegatura Pannelli Esterni: Compensato Finiture: Vernice lucida per legno	Maniglia Serratura Chiudiporta Cerniere Griglia Aereazione	gen-00	set-00	250€	Maniglia a chiave tipo yalle
4		10	x		1.20x2.00x0.40 O 0.9x2.00x0.40	Struttura meccanica interna: Legno Isolamento interno: no Pannelli Esterni: Compensato e vetro lucido Finiture: Vernice lucida per legno	Cerniere	gen-00	set-00	-	-

5		10	X	1.20x2.00x0.4 0	Struttura meccanica interna: Metallo Pannelli Esterni: Metallo Finiture: Vernice lucida per metallo	A nta Pomello esterno Cerniere Chiudi porta	gen-00	set-00	500€	Maniglia antipanic o

6		3		X	1.20x2.00x0.40	Struttura meccanica interna: Alluminio Pannelli Esterni: Vetro Finiture: alluminio Brand: Schuco	Maniglia serratura	gen-00	set-00	500€	Maniglia a chiave
7		3	x		1.20x2.00x0.40	Struttura meccanica interna: Metallo Pannelli Esterni: Metallo Finiture: vernice per metallo	-	gen-00	set-00	500€	Maniglia a chiave

Appendice B

ALLEGATO I – TABELLA DI SINTESI ATTIVITA` MANUTENTIVA PORTE

EFM	Tipo di intervento	Component e	Descrizione	Strumentazione accessoria	Periodicità	Tempo stimato	Costo Orario(€/h)	Specialità Tecnica
Porte	Ispezione visiva	Telaio	Verificare Fori di drenaggio e filtri di aria/ placche per areazione		5/5 anni			Tecnico
		Tutte le parti metalliche	presenza di eventuali ossidazioni del materiale		5/5 anni			Tecnico
		Coprifili	verificare la presenza di crepe e fessure		12/12mesi			Tecnico
		Vetro	verificare la presenza di crepe e fessure		12/12mesi			Tecnico
		Vetro	Possibile riduzione della visibilità a causa di formazione di condensa o accumulo di polvere sulle facce interne della camera, nei doppi vetri.		10/10anni			Tecnico
		Guarnizioni	verificarne collegamento e restringimento		5/5anni		20	Tecnico
		Anta	verificare continuità del materiale		5/5anni			Tecnico

	Anta	Verificare la qualità del materiale la tenuta all'acqua e all'aria ,nonché la resistenza meccanica	da definire	da definire		Tecnico
	Placche areazione e Fori di drenaggio	verificare che siano puliti e non ostruiti		12/12mesi		Tecnico
	Elemento isolante	verificarne l'integrità		5/5anni		Tecnico
	Tutti i componenti	Verificare fratture,muffe, Contesto EFM (contatto diretto con spazzatura, vegetazione e ristagno di acqua) Deterioramento da atti vandalici, deterioramento o distacco dei rivestimenti delle cornici		12/12mesi		Tecnico
	Cerniere	verificarne l'ancoraggio alle pareti		10/10anni	20	Tecnico
	Profili di tenuta	Verificare la tenuta all'acqua e all'aria		2/2anni		Tecnico
Ispezione Funzionale						

	Cerniere	Verificarne la funzionalità, l'integrità e che siano ben oleate.		2/2anni	Tecnico
	Meccanismi di chiusura e manovra	verificarne la funzionalità, la forza di azionamento delle maniglie, la rigidità di movimento e auscultazione meccanica per rilevare l'eventuale presenza di rumori non conformi	ausilio di lente di ingrandimento	12/12mesi	Tecnico
Ispezione metrica					
	Maniglia	Verificare che la maniglia abbia un modesto gioco sul suo asse, ruoti liberamente ed abbia un ritorno adeguato		12/12mesi	Tecnico
	Serratura	Verificare che sia priva di polveri o residui di verniciature e che lo scrocco rientri liberamente senza ostacoli nel telaio. A porta chiusa il gioco tra anta e telaio deve essere di pochi millimetri.		12/12mesi	Tecnico
	Serratura	Verrificare l'esistenza di eventuali inceppi o cattivo rientro nello scrocco		12/12mesi	Tecnico

	Coprifili	verificare le dimensioni del coprifili, Curvature e deformazioni, lunghezza, larghezza e profondità di eventuali fratture, crepe e fessure, Misura perimetrale di eventuali macchie e orifizi	righello , nastro graduato e calibro	12/12anni		Tecnico
Pulizia						
Pulizia non corrente						
	Tutti i componenti	Macchie diverse, Grasso, Vernici,Sporco difficile (graffiti e segni di vandalismo)	Acqua, spugna, panno o spazzola morbida, spatola, secchio, guanti e maschera.	10/10anni	20	Tecnico
Misure Proattive						
	Cerniere	Lubrificare le cerniere sollevando la porta ed inserendo l'olio nello spazio creatosi tra gli anelli. In particolare verificare che l'anta si trovi a 3-10mm di distanza dal pavimento	olio e spatola	12/12mesi		Tecnico

	Serratura	Lubrificare la serratura previo smotaggio della stessa	olio e spatola	12/12mesi		Tecnico
	Coprifili	Rinnovo chiusure dei bordi con la facciata	Raschiatore, Sigillante,diluente, guanti.	10/10anni		Tecnico
	Strato di protezione dei rivestimenti	Passare una mano dello strato di protezione per prevenirne le desquamazioni	Primer, tinte, spazzole, guanti, maschera, insetticida, fungicida	2/2anni		Tecnico
	Anta Legno	Trattamento contro funghi e insetti e dei rivestimenti laccati	Primer, tinte, spazzole, guanti, maschera, insetticida, fungicida	2/2anni		Tecnico
	Anta	Riverniciatura	Primer, tinte, spazzole, guanti, maschera, insetticida, fungicida	2/2anni		Tecnico
	Anta	Riverniciatura per il recupero dell'estetica e delle ossidazioni	pittura e spatola	10/10anni	20	Tecnico
	Anta	Sostituzione dei profili di rivestimento prelaccati	primer, lacca, solvente,spazzola, guanti e	10/10anni		Tecnico

			maschera		
Misure Correttive					
	Meccanismi di chiusura	Riparazione di eventuali guasti	chave inglese,cacciavite e martello	12/12mesi	Tecnico
	Vetro	Riparazione di crepe			Tecnico
Sostituzione	Meccanismi di chiusura	Sostituzione di maniglie, serrature e cerniere compatibili		25/25anni	Tecnico
	Guarnizioni	Sostituzione delle guarnizioni logorate		12/12anni	Tecnico
	Vetri	Sostituzione dei vetri che presentano bolle o aloni bianchi che comportino importanti riduzioni delle prestazioni		quando necessario	Tecnico

ALLEGATO II- ATTIVITA` MANUTENTIVA PORTE TRAGLIA FUOCO

Porte Tagliafuoco REI	Tipo intervento	Componente	Descrizione	Strumentazione e accessoria	Periodicità	Tempo stimato	Costo Orario(€/h)	Specialità Tecnica
	Ispezione visiva							
		Telaio	verifica dell'integrità del telaio e assenza di crepe e fessure o distacchi che impediscono una riduzione di continuità e di solidità Dell'ancoraggio.		4/4anni (under use) 2/2anni (normal Use) 1/1anni (over use)			Tecnico
		Telaio	Verificare il Perfetto allineamento tra telaio e battente		ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (over use)			Tecnico

	Ante	Verifica l'integrità delle ante. La porta non deve presentare forature, ammaccature, distorsioni, corrosioni, spaccature, cedimenti, ecc.	ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (over use)	Tecnico
	Ante	Verifica il profilo ad "L" per accoppiamento ante. Le ante devono essere perfettamente allineate.	ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (over use)	Tecnico
	Vetri	Verificare che I vetri inseriti non presentano fessurazioni, bolle o aloni bianchi sintomatici di calo di prestazione.	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
	Cartello	presenza del cartello di segnalazione	All'occorrenza di ogni ispezione	Tecnico

	Ostacoli	Controllo che l'area esterna / interna alla porta sia sgombra dagli ostacoli: la porta deve essere libera da ritegni di qualsiasi genere. Non devono esserci oggetti che ostacolino il passaggio delle persone riducendo la larghezza e l'altezza.	All'occorrenza di ogni ispezione	Tecnico
	Guarnizione Autoespandente	le guarnizioni perimetrali possono essere applicate sulle parti mobili e/o sulle parti fisse devono essere integre e non coperte da verniciature.	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
	Maniglione	Controllare se il maniglione antipanico è a norma CE , nel caso il Committente avesse l'obbligo a seguito decreto ministeriale 03.11.2004 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Italina n°271 del 18.11.2004.	prima ispezione e dopo eventuale sostituzione	Tecnico

	Maniglione	Controllare che l'alloggiamento dell'asta inferiore sia sgombro	ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (over use)	Tecnico
	tutto il componente	Controllare la presenza di una targhetta con classe REI e RE, anno di produzione e numero progressivo di fabbricazione, estremi del certificato di prova e dell'atto di omologazione, nome del produttore.	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
	Zanche di ancoraggio	verificare la perfetta tenuta delle zanche al telaio.	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
	cerniere	verificare previo smontaggio delle stesse la presenza di eventuale fuoriuscita di polvere nera	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico

	Scocca in Lamiera	Verificare la perfetta integrità, assenza di fori e modifiche strutturali	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
Ispezione funzionale				
	Ante	Verificare che le ante si aprono verso l'esterno, ossia nel senso di fuga.	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
	Cerniera con Molla di autochiusuranel maniglione	Verificare la presenza del nottolino e la capacità della molla. La porta deve chiudersi dolcemente ed ermeticamente	ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (over use)	Tecnico
	Serratura	Verificarne il corretto funzionamento	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico

	Serratura	Controllo che la serratura non sia chiusa a chiave o da altro eventuale blocco.	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
	Chiudi Porta	Verificare il corretto funzionamento. Le ante devono potersi richiudere automaticamente dopo una apertura pari a 60°. Verificare l'allineamento delle viti di fissaggio ed il funzionamento del selettore di chiusura	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
	Cerniere	Verificare la Funzionalità e stabilità	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
	Cerniere	Assenza di cigoli	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico

	Elettromagneti	Controllo del funzionamento di questi e dei loro supporti	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
ispezione metrica	Serratura	Verificare che non vi siano residui di polvere o verniciatura e testare se è sufficientemente lubrificata	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico
	Maniglione	Controllo della funzionalità della maniglia. Essa deve avere un modesto gioco sul suo asse, ruotare liberamente ed avere un ritorno adeguato a garatntire la completa uscita dello scrocco.	ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (over use)	Tecnico
	Serratura	verificare la presenza di eventuali inceppi e scarso rientro dello scrocco	4/4anni (under use), 2/2anni (normal use), 1/1annii (over use)	Tecnico

	Cerniere	Verificare che la porta si trovi ad una distanza compresa tra 3-10mm dal pavimento e in caso contrario registrare le cerniere allentando le viti interessate dalla correzione che si vuole ottenere		2/2anni (under use), 1/1anni (normal use), 6/6mesi (over use)	Tecnico
Misure proattive					Tecnico
	Cerniere	Lubrificare le cerniere con molla	olio e spatola	ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (over use)	Tecnico
	Serratura	Lubrificare la serratura dopo l'apertura della stessa e dopo la verifica che non vi sia presenza di residui di polveri o verniciature.	olio e spatola	ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (over use)	Tecnico
	Chiudi Porta	Registrarzione del sistema di chiusura		ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (	Tecnico

			over use)	
	Chiudiporta aereo	Regolazione del chiudi porta aereo agendo sulla apposita vite di regolazione e previa asportazione della copertura frontale.	ogni 6 mesi (under use), ogni 3 mesi (normal use), ogni mese (over use)	Tecnico
Sostituzioni				Tecnico
	Manilgione	Nel caso di guasto del maniglione è spesso necessaria la sostituzione dell'intero EFM	quando necessario	Tecnico
	Cerniere	In presenza di fuoriuscita di polvere nera è necessario sostituire le cerniere. Queste sono facilmente smontabili e pertanto la loro sostituzione è abbastanza agevole.	quando necessario	Tecnico
	Guarnizione autoespandente	Sostituzione di tale guarnizione nel caso di logorio o di asportazione accidentale	10/10anni	Tecnico